



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

هيئة العامة للكتاب

مبارئ علم وظائف الأعضاء

تأليف

د. محسن زقاق عبد العباس

النفيسي



Bibliotheca Alexandrina



0050033

مَبَارَى
عِلْمَ وَظَائِفِ الْأَعْمَاءِ



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
هيئة المعاهد العلمية

سكندرية	الهيئة العامة
612	رقم الترتيب
٢٠٤٧	رقم التسجيل

مبارى علم وظائف الأعضاء

تأليف

محسن رزاق عبد العباس
ماجستير فزيولوجي
مدرس مساعد
المعهد الطبي الفقي / بغداد

د. محمد جواد التميمي
دكتوراه فزيولوجي
رئيس فرع الفزيولوجي
كلية طب المستنصرية

الاهل
الحق طلبتنا الاعزاء

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

بتكليف من هيئة المعاهد الفنية فقد تم تأليف الطبعة الاولى من كتاب مبادئ علم وظائف الاعضاء الذي وضع بحجم محدود وبما يتفق ومفردات المنهج المقرر لطلبة المعهد الطبي الفني / قسم التأهيل الطبي .
لقد استندنا في ترجمة المصطلحات على المعجم الطبي الموحد الذي قرره اتحاد الاطباء العرب ، علما انه تمت الاستعانة ببعض المعاجم الاخرى لاغراض الترجمة اللغوية فضلا عن الاجتهاد الشخصي في ترجمة بعض الكلمات والمصطلحات الحديثة والتي لم يرد ذكرها في المعاجم .
كما قد ساهم كل من الدكتور طارق العبيدي والسيد حسن النجار (شعبة الحاسبة الالكترونية لفرع الفزيولوجي / طب المستنصرية) في وضع برنامج لفهرست المصطلحات باستعمال جهاز الحاسوب . مسجلين لهم شكرنا .
نأمل في ان يكون هذا الكتاب المتواضع وحده مضافه الى المكتبة العراقية والعربية لخدمة مسيرة تعريب العلوم الطبية .
ونرجو من جميع الزملاء تزويدنا بملاحظاتهم وتقديم البناء للانفاذة منها في الطبعة القادمة .

ومن الله التوفيق ...

الفصل الأول

الخلية

المقدمة
شكل الخلية وحجمها
وظائف الخلية
مكونات الخلية
انقسام الخلية
آلية النقل خلال غشاء الخلية
الانتشار
التناضح
النقل الفعال
الالتقام الخلوي
الترشيح

الخلية The Cell

المقدمة :

تغير مفهوم الخلية خلال القرون الثلاثة الاخيرة اي بعد اكتشاف روبرت هوك لحجيرات الفلين في عام ١٦٦٥ م حيث تبعت ذلك سلسلة من الاكتشافات على ايدي الكثير من العلماء ووضعت عدة تعاريف للخلية وقد ارتأينا ان نضع اكثرها شمولاً وملاءمة . فالخلية هي الوحدة الاساسية للبناء والوظيفة تتكون من كتلة من البروتوبلازم (الجلية) محاطة بنشاء نصف نفوذ (Semipermeable membrane)تحتوى على نواة واحدة او اكثر على الاقل في احد اطوار حياتها .

فقد نجد خلايا تفقد نواتها اثناء نضجها مثل كريات الدم الحمر . وبالرغم من ان الخلايا في المخلوقات الراقية تعتمد نوعاً ما بعضها على البعض بصورة او باخرى الا ان كل خلية تبقى محتفظة بالمعلومات اللازمة للقيام بكل الوظائف الحياتية في نواتها والخلية التي تفقد نواتها فضلاً عن كونها تفقد قدرتها على التكاثر قد تبقى حية بعض الوقت فقط لان النواة قامت بتصنيع كل ما هو ضروري لاستمرار حياتها قبل ان تختفي .

شكل الخلية وحجمها : تختلف الخلايا بعضها عن البعض من ناحيتي الحجم والشكل . والتغاير في شكل الخلية هو محصلة للشد السطحي والضغط الخارجي ومثال ذلك الخلايا المتقرنة في الجلد التي تأخذ شكلاً حرشفيًا وذلك لتضاغطها بعضها مع بعض .

اما خلايا العضلات اللساء والتي توجد في جدران الاعضاء المجوفة مثل المعدة والامعاء والمثانة فانها مغزلية الشكل وهذا يسهل من حركتها التمعجية بينما تتخذ الخلايا البلاعم (Macrophages) شكلاً اميبياً حيث تمتد برورات قديمة من البروتوبلازم تشبه اقدام الاميبا الكاذبة وتساعد هذه اقدام الكاذبة في احاطة الجسم الغريب والتهامة . كذلك فإن احجام الخلايا ليست متاثلة وتعتبر اكبر خلية في جسم الانسان هي البويضة حيث يصل قطرها الى ما يقارب المئة ميكرومتر

(Micrometer) بينما يبلغ قطر كرية الدم الحمراء الناضجة ٧ - ٨ ميكرومتر . اما الخلايا المصبية فلها امتدادات قد يصل طولها الى اكثر من متر واحد .

وظائف الخلية :- لاتخلو وظائف الخلية من التباين . فالكائن الوحيد الخلية يمكنه القيام بكل الوظائف الضرورية للحياة مثل الامتصاص ، والاستقلاب ، والتنفس ، والتكاثر ، والافراز ، والافراغ ، والتنبيه الخ . اما الخلايا في المخلوقات الراقية مثل الانسان فهي اكثر تخصصا من الناحية الفزيولوجية والامثلة على ذلك كثيرة فخلايا الدم البيضاء فضلا عن كونها تقوم بالعمليات الاساسية لديمومتها الا ان وظيفتها الاساسية هي الدفاع عن الجسم . لكن هذا لا يعني ان الخلايا المتخصصة تقوم بوظيفة واحدة . فخلايا الكبد على سبيل المثال تؤدي وظائف متعددة مثل صناعة البروتينات وخزن الفليكوجين وازالة سمية كثير من المواد الفاسدة والادوية ... الخ ويمكن ان نخلص الى القول ان الخلايا في الكائن الحي بوصفها وحدة واحدة تقوم بوظائف متكاملة ومتراطة لديمومة الكائن الحي وبقاء النوع .

عمر الخلية :- تتباين الخلايا في طول اعمارها وحسب تباين تخصصها الفزيولوجي فالخلايا المصبية مثلا وهي خلايا ذات تخصص عال تتميز بطول عمرها حيث لاتموت عند فقدانها اما خلايا بطانة الامعاء فتتأز بمرورها القصير وتستبدل بصورة دورية خلال فترات قصيرة .

وكذلك تختلف النسب الوزنية للمركبات الكيميائية التي تدخل في تركيب الخلية من خلية الى اخرى ومن نسيج الى نسيج وحتى في الخلية الواحدة ذاتها من وقت لآخر .

من كل هذه المقدمة يظن " انه من الصعب وضع نموذج قياسي لدراسة الخلية وذلك للتباين الشديد في الشكل والحجم والعمر والوظيفة والتركيب الكيميائي وان ما ينطبق على خلية ما قد لا ينطبق على خلية اخرى حتى في نفس الكائن او في نفس النسيج .

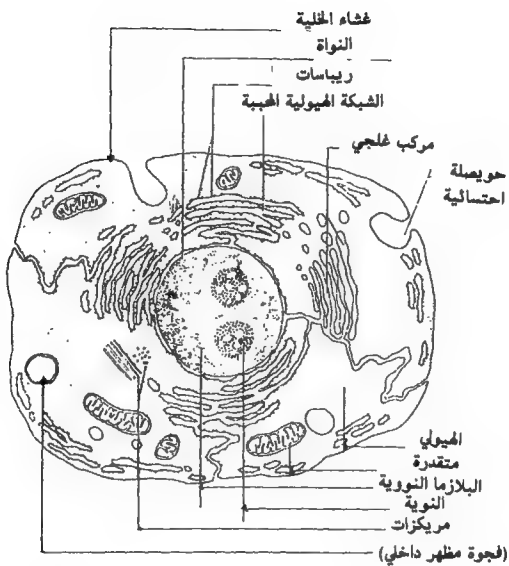
مكونات الخلية :- تتكون الخلية بصورة رئيسة من غشاء الخلية (Cell membrane) والميوسول (Cytoplasm) والنواة (Nucleus) والشكل التخطيطي (١) يوضح مكونات الخلية الحيوانية النموذجية بصورة تفصيلية .

أ . غشاء الخلية يحيط بالخلية وهو غشاء نصف نفوذ ، ويتميز بالانتخابية اي ان حركة المواد والمركبات عبره ليست حرة . حيث يسمح بمرور بعض المواد من خلاله بحرية بينما يعرقل مرور مواد اخرى من خلاله او يمنعها . فضلا عن عمله واقيا للخلية حيث يحافظ على محتوياتها فله القابلية على تمويض الاجزاء التالفه منه .

يظهر غشاء الخلية تحت المجهر المركب على شكل خيط رفيع جدا وباستخدام المجهر الالكتروني فأن تفاصيل اكثر دقة عن غشاء الخلية اصبحت معروفة حيث يظهر مكونا من ثلاث طبقات الوسطى منها فاتحة اللون وتتكون من الشحوم بينما يكون البروتين طبقتيه الخارجية والداخلية الداكني اللون . و يبلغ سمك الطبقة الشحمية (٣٠) انغستروم (Ångstrom) بينما يبلغ سمك كل من طبقتي البروتين ٢٥ انغستروم . ويحتوى غشاء الخلية على مسام (Pores) تؤدي تأثيرا في حركة المواد الانتخابية خلاله .

وغشاء الخلية قد لا يكون منتظما في بعض انواع الخلايا كما هو الحال في خلايا بطانة الامعاء الدقيقة حيث تمتد من هذا الغشاء بروزات اصمية الشكل تسمى بالزغيبات (Micro villi) وذلك لتزيد من المساحة التي تم خلالها عملية الامتصاص .

ب . الميوسول :- يشغل الميوسول الحيز الكائن بين غشاء الخلية وغشاء النواة . وهو سائل غروي نصف شفاف مختلف الكثافة حتى في الخلية الواحدة ذاتها من وقت لآخر وتقسّم محتويات الميوسول الى مجموعتين :-



الشكل (١)
 خلية حيوانية نموذجية

١ . الاشتالات (Inclusions) وهي مركبات غير حية أغلبها ينتج من النشاط الخلوي وتشتمل هذه المجموعة على قطرات شحمية (Lipid droplets) تلاحظ بصورة خاصة في النسيج الدهني كخزون للطاقة . وقد تتجمع هذه القطرات لتكون كتلة كبيرة تحتل معظم حجم الخلية دافعة بذلك النواة نحو المحيط .

الفليكوجين (Glycogen) وهو سكر معقد التركيب يوجد بشكل خاص في خلايا الكبد والعضلات ويتحلل الى سكريات احادية تحت تأثير بعض الهرمونات عند هبوط مستوى السكر في الدم لكي يستخدم كطاقة .

الحبيبات (Secretory granules) التي توجد بصفة خاصة في الخلايا الغدية والحبيبات الصباغية (Pigmentary granules) واهما صبغة الملانين والتي تعطي الجلد لونه .

٢ . العضيات :- (Organelles) تمثل اجزاء متخصصة من المادة الحية تقوم بوظائف معينة وتشمل :-

أ . الميتوكوندريا (Mitochondria) :- تشكل الميتوكوندريا واحدة من اهم عضيات الحيوي حيث تقوم بانتاج الطاقة وتؤدي وظيفة رئيسية في تنفس الخلية . تحاط الميتوكوندريا بغشاء مزدوج يبلغ سمكه ٤٠ انغستروم وبفضل سلسلة من الانظيمات (Enzymes) المحبوسة داخل الميتوكوندريا يمكن ان تقوم بعملية الهدم الكامل للحيويائي (Aerobic) للمواد الغذائية الى مكوناتها النهائية وهي ثاني اكسيد الكربون والماء ويتحرر نتيجة لهذه التفاعلات مقدار من الطاقة يخزن في الاواصر كيميائية في مركب اتيب (ادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP) وعند حاجة الخلية الى تلك الطاقة تنفصل مجموعة فسفات واحدة او مجموعتان من هذا المركب وتحرر الطاقة المخزنة في الاواصر الكيميائية . ويتباين عدد الميتوكوندريا حسب نشاط الخلايا وفعاليتها تحتوي خلايا الكبد على عدد كبير من الميتوكوندريا لكونها خلايا ذات فعالية هائلة .

ب . الشبكة الهيولية الباطنة (Endoplasmic Reticulum) :- تتكون هذه الشبكة من مجموعة من الاقنية او النبيبات المتصلة بعضها مع البعض ومغلقة بغشاء مزدوج . وقد تنتشر الريباسات (Ribosomes) على سطوح بعض اقنياتها مما يعطيها مظهرا محبيبا تسمى بالشبكة الهيولية الباطنة المحبة او الخشنة

Granular (Rough) Endoplasmic Reticulum

ولذلك نأخذ هذا النوع من الشبكة الميولية الباطنة يوجد بصورة واضحة في الخلايا الغدية . اما الشبكة الميولية الباطنية غير الحبيبة او اللساء

Agraular (Smooth) Endoplasmic Reticulum

اي التي لا تنتشر على سطحها الريباسات فتؤثر تأثيرا مهما في استقلاب الشحوم (Fat)
Metabolism وزالة السمية (De toxification) والشبكة الميولية الباطنة توفر قنوات اتصال بين اجزاء الخلية وكذلك بين غشاء النواة وغشاء الخلية .

ج. الريباسات: هي اجسام صغيرة كروية او مضلعة تتكون من حمض نووي ربيبي (رنا) ribonucleic acid (RNA)متحد مع البروتين ويمتد بان الوحدات المكونة للريباسات تصنع في النوية ثم تخرج الى الميولي . وقد توجد الريباسات في الميولي بصورة طليقة او ملتصقة بالشبكة الميولية الباطنة . وعمل الريباسات يتلخص بصناعة البروتين .

د. الجسيمات الحالية (Lysosomes): يتراوح قطر الجسم الحالى بين ٠.٢٥ - ٠.٥٠ ميكرومتر . وتعتبر هذه الاجسام اجهزة هضم داخل الخلية حيث تقوم بتحليل المركبات الغذائية المعقدة الى مكوناتها البسيطة فثلا تحول البروتينات الى حمضيات والسكريات المعقدة الى سكريات بسيطة احادية والدهون الى حموض دهنية . وبصورة عامة تؤدي الاجسام الحالية وظيفتها كما يأتي :-

١. الهضم داخل الخلية فعند اقتراب جسم غريب من الخلية ينبعج غشاء الخلية باتجاه الميولي مكونا فجوة (Vacuole) تحتوى الجسم الغريب داخل الميولي ثم يتحد الجسم الحالى بهذه الفجوة وتقوم الانظيمات الخاصة بعملية الهلثة (Hydrolysis) وبهذه الصورة يهضم ذلك الجسم الغريب .

٢. الانهضام الذاتي (Autodigestion) حيث تقوم الجسيمات الحالية بهضم عضيات الميولي ويتم استخدام مكوناتها مصدرا للطاقة او لتصنيع عضيات جديدة . وتحدث مثل هذه الظاهرة في حالة جوع الخلية .

٣. الانحلال الذاتي (Autolysis) ويحدث ذلك عند تلف غشاء الجسم الحالى مما يتسبب في انطلاق الانظيمات بحرية في داخل الخلية حيث تقوم بهضم محتوياتها .

هـ . مركب غلجي (Golgi complex) تتخذ هذه الاجسام تشكيلا شبكيا ولها اغلفة مزدوجة وتوجد في الخلايا الافرازية مثل خلايا المشككة (Pancreas) . تصنع البروتينات في الشبكة الهيولية الباطنة الهيبه وتنقل بوساطة حويصلات ناقلة الى مركبات غلجي والتي بدورها تقوم بتركيب هذه البروتينات بشكلها النهائي لتكون جاهزة لعملية الافراز .

و . الجسم المركزي (centrosome) :- يتكون من عصيتين قصيرتين او بصورة ادق من اسطوانتين محوقتين كل واحدة منها مقلقة من احد طرفيها ومفتوحة من الاخر . ويؤدي الجسم المركزي وظيفة في انقسام الخلية كما سيرد ذكره لاحقا في مراحل انقسام الخلية .

ح . النواة :- تعتبر اهم جزء في الخلية لبقاء الخلية على قيد الحياة . كما انها تنظم فعاليات الخلية وتسيطر عليها مثل النمو والتكاثر .

توجد النواة في جميع الخلايا تقريبا اما الخلايا التي تفقد نواتها (مثل الكريات الحمر) فتفقد قدرتها على النمو والانقسام وتصبح فعاليتها الحيوية محدودة جدا . تشغل النواة بصورة عامة ١٠ - ٢٠ ٪ من حجم الخلية . وتوجد في بعض انواع الخلايا اكثر من نواة واحدة مثل خلايا العضلات الهيكلية (متعددة النوى) تقع النواة بصورة عامة في مركز الخلية ولكن تندفع احيانا بعيدا عن المركز كما هو الحال في الخلية الدهنية لكون المادة الدهنية تحتل معظم الهيولي . يكون شكل النواة عادة كرويا او شبه كروي . ولكن في بعض الاحيان تكون مفصصة كما هو الحال في كريات الدم البيض العدلة (Neutrophil) ان انساب الاطوار لدراسة النواة هو الطور البيئي والبنوي يمثل الفترة ما بين انقسامين . تتكون النواة من غشاء النواة (Nucleolemma) والكروماتين (Chromatin) والنوية (Nucleolus) والبلازما النووية (Nucleoplasm) .

غشاء النواة :- قبل اكتشاف المجهر الالكتروني اعتقد ولوقت طويل ان غشاء النواة يتكون من طبقة واحدة تحيط بالنواة كليا وان مظهره تحت المجهر المركب شبيه بالخط الغامق الذي يحيط النواة . وبعد استعمال المجهر الالكتروني صار واضحا ان غشاء النواة يتكون من طبقتين سمك الواحدة منها ٧٠ انغستروم ويفصل بينهما فراغ يبلغ سمكه ٢٠٠ انغستروم وتقترب هاتان الطبقتان احدهما من الاخرى على

ابعاد منتظمة لتكون ثقبوا او فتحات في الغشاء ويعتمد بأن هذه الثقوب تؤثر تأثيرا مهما في عملية انتقال المواد بين النواة والهيولى . وتحتوى هذه الثقوب التي تعتبر قنوات اتصال على ليفيات دقيقة يعتقد ان لها علاقة بتنظيم مرور المواد خلالها .

الكروماتين . وهو شبكة منتشرة خلال البلازما النووية ويمكن صبغه بالاصباغ القاعدية حيث يبدو ازرق داكنا . ويفقد هذه الخاصية عند معاملةه بأنظم دناز (Dnase) وهذا دليل على ان محتويات هذه المادة هو المحض النووي الريبي (دنا) deoxyribonucleic acid (DNA)

ولذلك ارتأينا ان نبدا بشرح تركيب هذا المحض حيث يعتبر حمض دنا للنظم الاول لعملية اتسام الخلية وحفظ الخواص الوراثية وصناعة البروتينات والانظيمات ويعتبر ايضا الهيكل الاساسي في تركيب الصبغيات (Chromosomes). ويتكون جزئيء الدنا من سلتين متقابلتين من النوويدات (Nucleotides) تلتفان احدهما حول الاخرى بشكل حلزوني وترتبط هاتان السلتان باواصر هدرجينية . ويتكون النوويد من قاعدة نووية وسكر ديوكسي ريبوز الحماضي ومجموعة فسفور الحمضيات القاعدية الداخلة في تركيب الدنا هي أدنين (Adenine)، وغوانين (Guanine) وسيتوزين (Cytosine) وثيمين (Thymine) . حيث تتصل قاعدة الفوانين بقاعدة السيتوزين في النوويد المقابل بواسطة ثلاثة اواصر هدرجينية بينما يتصل الادنين بالثيمين بواسطة زوج من الاواصر المهدرجينية ومما سبق ذكره فإن جزئيء الدنا يكونان العمود الفقري للصبغي وكل صبغي يتكون من خيطين رفيعين يسمى كل منهما بالنوويد يلتقيان في منطقة التخصر في الصبغي والتي تدعى بالمركز (Centriole). وكل نوويد يتكون من جزئيء طويل جدا من الدنا والذي يرتبط ببعض البروتينات اهمها المستون (Histone) وعدده الصبغيات ثابت بالنسبة للنوع الواحد فهي في الانسان ٤٦ صبغيا باستثناء الخلايا الجنسية (الحيامن والبيض) حيث تحتوى على نصف العدد من الصبغيات .

البلازما النووية :- محلول غروي نصف سائل يحتوى على مواد بروتينية ويمثل الوسط المحيوى للتفاعلات داخل النواة وتنتشر خلاله المادة الكروماتينية ويحتوى على بعض الانظيمات الاساسية والمحموض النووية مثل الرنا النقال (transfer RNA) والبرنا المرسل (tRNA) messenger RNA (mRNA)

يختلف تركيب الرنا (RNA) عن الدنا (DNA) لكونه مؤلفاً من سلسلة واحدة فقط من النوويد ولا يدخل في تركيب الصبغي أو نقل المادة الوراثية كذلك فإن السكر في الرنا هو الريبوز (ribose) وتحل فيه قاعدة البوراسيل (uracil) محل قاعدة الثيمين في الدنا .

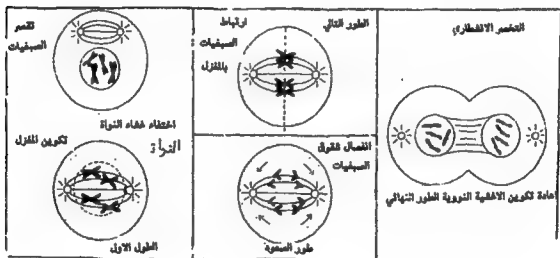
النوية :- وهي كتلة كروية غير محاطة بغلاف تتكون من قاعدة بروتينية والمخض النووي الرنا وتقوم النوية بصنع الوحدات المكونة للريباسات وتخفي النوية عند انقسام الخلية . وقد تحتوى النواة على نوية واحد أو أكثر .

انقسام الخلية Cell - Division

تختلف سرعة انقسام الخلايا من نسيج الى اخر وبصورة عامة يوجد نوعان من الانقسام الخلوى هو الانقسام الفتيلي (Mitosis) والانقسام الانصافي (Meiosis) تتكاثر الخلايا بواسطة الانقسام الانصافي (الجنسي) عند النمو وكذلك لتعويض الخلايا التالفة، ويحدث هذا الانقسام في كافة الحيوانات ابتداء من الاميبا الى الانسان يتصف هذا النوع من الانقسام بتوليد خلايا مشابة للخلية الام المولدة لها من حيث الشكل والنوع وعدد الصبغيات فيها حيث يتضاعف كل صبغي في الخلية مكوناً صبغيين متماثلين كأنها صبغي واحد وحال ابتداء عملية الانقسام يتباعد الصبغيان الواحد عن الآخر ويظهران منفصلين في الاطوار المتقدمة . وكما سبق ذكره فان كل خلية من خلايا جسم الانسان تحتوى على ٤٦ صبغياً باستثناء الخلايا الجنسية (٢٣ صبغياً) تتضاعف هذه الصبغيات في فترة الانقسام فتصبح ٩٢ صبغياً وعندما تم عملية الانقسام تنقسم هذه الصبغيات الى مجموعتين متساويتين حيث تذهب كل مجموعة الى خلية . تم عملية الانقسام الفتيلي بسلسلة مراحل متداخله ومتعاقبه بحيث لا يوجد بينها اي توقف . واطوار الانقسام الفتيلي موضحة في الشكل (٧) وهي كما يأتي :-

أ.الطور البيني (Interphase) :- وفيه تقوم الخلية بمضاعفة ما تحتويه النواة من دنا الصبغيات (Chromosomal DNA) حيث ينشطر جزئياً الدنا الى سلسلتين متوازيتين من شقي الصبغي (Chromatids) .

ب. الطور الأول (Prophase) تبدأ الصبغيات المستنسخة (replicated chromosomes) في هذا الطور بالالتفاف حول نفسها فيقص طولها . وينتج الحزم المركزي حيث تتباعد عصيتاه وتبدأ بالتحركة لتحل كل عصية احد قطبي الخلية ومن هذه العصية تمتد نيبات دقيقة على شكل شعاع ثم تختفي النوية وكذلك يختفي غشاء النواة وتصبح الصبغيات حرة في الهولي ويستغرق هذا الطور ٣٠ - ٦٠ دقيقة في خلايا الانسان .



الشكل (١٢)
أطوار الانقسام الفتيلي

ج. الطور التالي (Metaphase) تصطف الصبغيات في هذا الطور في وسط الخلية بشكل طولي حيث يفصل شقا كل صبغي أحدهما عن الآخر وذلك بانفصال جزيئة المركزي قليلا ويصبح كل شق لصبغي الان صبغيا حيث يلتف كل خيط مغزلي على صبغي واحد في القسم المركزي ويستغرق هذا الطور ٦ دقائق.

د. الطور الصغودي (Anaphase) :- تبدأ الصبغيات بالتباعد بعضها عن بعض وكأنها تحبب بخيوط المغزل نحو الجسمين المركزيين في قطبي الخلية . كذلك فإن غشاء الخلية يبدأ بالتخصر ويستغرق هذا الطور ٣ - ٩ دقائق .

هـ . الطور الآتھائي (Telophase) :- تصل كل مجموعة من الصبغيات الى احد قطبي الخلية وتحاط بنشاء نووي وتظهر النوية ويكتمل تخصر غشاء الخلية بحيث يفصل المحوي الى قسمين وبذلك تتكون خليتان مثائلتان منفصلتان . ويستغرق هذا الطور ٣٠ - ٦٠ دقيقة .

الانقسام الانتصائي :- لقد سمي بهذا الاسم لان عدد الصبغيات يختزل فيه الى النصف . وهو انقسامان متتاليان تفصل بينهما فترة استراحة . ويحدث هذا الانقسام عند تكوين الخلايا الجنسية كما هو مبين في الشكل (٣) :

الانقسام الانتصائي الاول (First Meiotic Division) :

ويختلف هذا الانقسام عن الانقسام الفتيلي بنقطتين اساسيتين هما :-

- ١ . ان الصبغيات في الطور الاول تصطف ازواجا متائلة .
- ٢ . ان كل صبغي يفصل عن مثيله وليس كما في الانقسام الفتيلي حيث يفصل كل صبغي الى شقي الصبغي . وهذه الطريقة يختزل عدد الصبغيات الى النصف في الانقسام الانتصائي الاول .

اما اطوار الانقسام الانتصائي الاول فهي :-

- ١ . الطور الاول وهو خمسة ادوار :
 - أ . الدور اللإدي (Leptotene) تتضخم النواة في هذا الدور وكذلك النوية وتبدأ الصبغيات بالالتفاف كما تتكون خيوط شعاعية قصيرة جدا من الجسم المركزي .
 - ب . الدور الأزدواجي (Zygote ne) :- تقصر الصبغيات ثم تشكل ازواجا متائلة في هذا الدور .

جـ. الدور التفلطي (Pachytene) : في هذا الدور تقصر الصبغيات بصورة اكثر وضوحا . ويظهر كل صبغي متكونا من شقي الصبغي اللذين يتلقتان في الجسم المركزي .

د . الدور التضاعفي (Diplotene) : في هذا الدور تبدأ الصبغيات بالابتعاد قليلا بعضها عن بعض باستثناء مناطق الالتحام بين شقوق الصبغيات وتدعى هذه المناطق بالتصالبات (Chiasmata) وهنا تم عملية تبادل المواقع بين اجزاء شقي الصبيين ويتم خلال هذه العملية انتقال الصفات الوراثية وتدعى هذه بعملية العبور او دور التعابر (Crossing - over) .

هـ . الدور الحركي (Diakinesis) : وفيه يختفي الشكل التصالي، لكن الصبغيات المتائلة تبقى قريبة بعضها من بعض ثم تختفي النوية تدريجيا وكذلك غشاء النواة وتقتد خيوط المغزل منتظمة بين قطبي الخلية .

٢ . الطور التالي : تتخذ الصبغيات فيه مواضعها في مستوى الصفيحة الاستوائية للمغزل حيث تظهر الصبغيات مرتبطة بخيوط المغزل في منطقة اجزاءها المركزية .

٣ . الطور الصعودي - وفيه تبتد الصبغيات المتائلة بالانفصال بعضها عن بعض متجمعة نحو قطبي الخلية .

٤ . الطور الانتهاءي : وفيه تتجمع الصبغيات في قطبي الخلية ثم تحاط كل مجموعة بفشاء نووي ويبدأ الميولي بالانقسام مما ينتج عنه خليتان كل واحدة منها تحتوي على نصف عدد الصبغيات الاصلية للخلية الام .

الانقسام الانصافي الثاني (Second meiotic Division) ويشبه الانقسام الفتيلي مع استثناء واحد هو ان الحمض النووي الدنا في هذا الانقسام لا يتضاعف .
يتضح من الانقسام الانصافي (الاول والثاني) تكون اربع خلايا من الخلية الام وكل خلية تحتوي على نصف عدد صبغيات الخلية الام .

آلية النقل خلال غشاء الخلية

Transport Mechanism Through The Cell Membrane

يكون السائل داخل الخلايا (Intra cellular fluid) ثلثي كمية الماء في الجسم اما السائل خارج الخلايا (Extracellular fluid) فيكون الثلث الباقي والذي يتألف بصورة رئيسة من السائل الخلالي (Interstitial Fluid) والسائل الوعائي (Vascular Fluid) والذي يشمل بلازما الدم (Blood Plasma) واللمف (Lymph) .

ان السائل الخلالي الذي تسبح فيه الخلايا يعمل وسيطا في نقل المواد الغذائية والاكسجين من الدم الى الخلايا ونقل مخلفات عملية الاستقلاب (الايض) (meta bolism) من الخلايا الى الدم ونتيجة لهذا النقل التماكس يحصل التوازن المائي . حيث ان المواد لا تنتقل مباشرة بين الدم والخلايا باستثناء خلايا الكبد (liver) والطحال (spleen) حيث يحصل تماس مباشر بين الشعيرات الدموية (Blood capillaries) وخلايا الكبد والطحال حيث تنتقل المواد مباشرة من الدم الى الخلايا وبدون وسيط .

ان الخلية تحاط بغشاء يسمى بغشاء البلازما (Plasma - membrane) ويفصل هذا الغشاء مكونات الخلية عن محيطها وهو غشاء نصف نفوذ يتحكم بدخول المواد الى الخلية وخروجها منها حيث يسمح لبعض المركبات بالنفوذ خلاله ولايسمح لآخرى. ولهذا السبب يوجد اختلاف في تراكيز مركبات سائل خارج الخلايا وسائل داخل الخلايا مثلا ان الشوارد الرئيسة الموجودة خارج الخلايا هي شوارد الصوديوم (Na^+) ذات الشحنة الموجبة وتركيزها يبلغ حوالي ١٤٢ مكافئا مليا في اللتر وشوارد الكلوريد (Cl^-) ذات الشحنة السالبة وتركيزها يبلغ حوالي ١٠٣ مكافئا مليا في اللتر وشوارد البيكربونات (HCO_3^-) ذات الشحنة السالبة وتركيزها يبلغ حوالي ٢٨ مكافئا مليا في اللتر . اما الشوارد الرئيسة ذات الشحنة الموجبة داخل الخلايا هي شوارد البوتاسيوم (K^+) ويبلغ تركيزها حوالي ١٤١ مكافئا مليا في اللتر وشوارد المغنيزيوم (Mg^{2+}) ويبلغ تركيزها حوالي ٥٨ مكافئا مليا في اللتر ، اما الشوارد الرئيسة ذات الشحنة السالبة داخل الخلايا فتشمل الحمضينات (Amino acids) وتبلغ نسبتها ٢٠٠ ٪ ميلي غرام والكريات (SO_4) ويبلغ تركيزها ٢٠ مكافئا مليا في اللتر والفوسفات (PO_4) ويبلغ تركيزها ٧٥ مكافئا مليا في اللتر .

ار للاختلاف في مكونات مركبات السوائل خارج الخلايا وداخلها مهم جدا لادامة حياة الخلايا ويعود سبب الاختلاف في تراكيز السوائل للعمليات المختلفة في نقل المواد عبر غشاء الخلية وتشمل عمليتين رئيسيتين هما الانتشار (Diffusion) والنقل الفعال (Active Transport)

الانتشار

يشل انتقال الجزيئات أو الشوارد عبر الغشاء النفاذ من المنطقة التي يكون فيها تركيز تلك الجزيئات أو الشوارد عاليا إلى المنطقة التي يكون فيها تركيزها منخفضا . وتلك العمليات من النقل تعتمد كليا على الطاقة الحركية الطبيعية للجزيئات في تحريكها ولهذا تسمى بآلية النقل المنفعلة (Passive Transport Mechanism) وذلك لكونها لا تحتاج إلى الطاقة المخزونة في الخلية لتحريك المادة . ولهذا فإن عملية النقل المنفعلة تشتمل على فرق التركيز والطاقة الحركية الطبيعية للجزيئات فقط . أما المعدل الحقيقي لمرور المادة خلال غشاء الخلية فيقرره العديد من العوامل ويشمل فرق التركيز على جانبي الغشاء حيث كلما كان فرق تركيز المادة على جانبي الغشاء كبيرا كان معدل الانتشار عاليا . كما أن نفوذية المادة تتناسب طرديا مع درجة الحرارة والمساحة السطحية للغشاء حيث يزداد معدل الانتشار مع الزيادة في درجة الحرارة والزيادة في المساحة السطحية للغشاء . كذلك أن معدل الانتشار يتناسب عكسيا مع سمك الغشاء وحجم الجزيئات حيث يقل معدل الانتشار مع الزيادة في سمك الغشاء وكذلك يقل معدل الانتشار كلما كان حجم الجزيئات كبيرا .

أن مرور المواد المختلفة عبر غشاء الخلية يحدث من خلال المسام في غشاء الخلية أو من خلال ذوبانها في التركيب الدهني للغشاء أو بالانتشار التسهيلي (Facilitated Diffusion) كما هو موضح في الشكل التخطيطي (٤) .

المرور عبر المسام :- أن المسام هي فتحات في غشاء الخلية يبلغ قطر كل منها ٨ أنغستروم وتكون المسام نسبة بسيطة من المساحة الكلية لغشاء الخلية . أن الجزيئات التي أحجامها أقل من حجم المسام تستطيع المرور بسهولة من خلالها مثل الماء واليوريا (urea) . وسرعة مرور الشوارد خلال المسام تعتمد على نوع شحنتها . ولكون المسام ذات شحنة موجبة لسببين رئيسيين أولا لكونها توجد في التركيب البروتيني لغشاء الخلية ذي الشحنة الموجبة . وثانيا بسبب وجود شوارد الكلسيوم الموجبة والتي تبطن تلك المسام لهذا السبب فإن الشوارد ذات الشحنة الموجبة كشوارد الصوديوم تمر بصعوبة من خلال المسام موازنة مع شوارد الكلوريد ذات الشحنة السالبة .

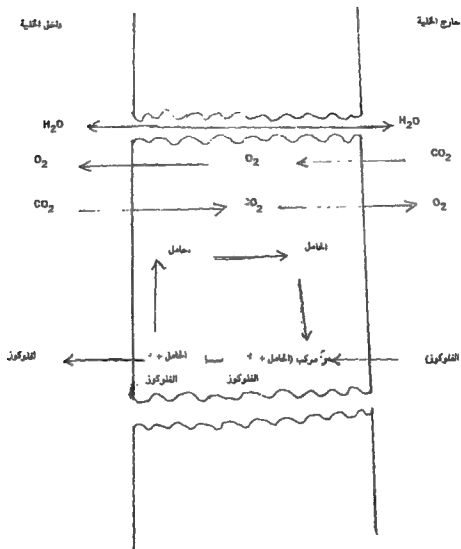
المرور من خلال الذوبان في التركيب الدهني لغشاء الخلية :- ومثال ذلك مرور الأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون لكونها سريعي الذوبان في المواد الدهنية .

الانتشار التسهيلي او الانتشار بواسطة الحملة

Facilitated diffusion or carrier mediated diffusion

توجد العديد من المواد والتي احجام جزيئاتها كبير اي اكبر من حجم المسام في غشاء الخلية فضلا من ذلك انها عديمة الذوبان في التركيب الدهني للكون لجدار الخلية وبالرغم من ذلك فانها تنفذ الى داخل الخلية وهذا النوع من الانتشار يتم بواسطة الحملة (Carriers). ويعتقد الباحثون بأن الحملة هي جزيئات بروتينية متخصصة وموجودة في غشاء الخلية. [فشلا ان نفوذ جزيئات الفلوكوز (سكر المنب) (Glucose) عبر غشاء الخلية يتم بواسطة الحملة وعلى الوجه الاتي . تتحد جزيئة الفلوكوز مع حامل الفلوكوز (Glucose Carrier) الموجود على السطح الخارجي لغشاء الخلية ونتيجة لهذا الاتحاد يتكون مركب سهل الذوبان في التركيب الدهني لغشاء الخلية وبهذه الطريقة تصل جزيئة الفلوكوز مع الناقل الى السطح الداخلي لغشاء الخلية حيث ينفصل عنها الناقل ليعود الى السطح الخارجي لغشاء الخلية ليمعد نفس العملية بينما تبقى جزيئة الفلوكوز داخل الخلية . علما ان هرمون الانسولين الذي تفرزه المشكلة يؤثر تأثيرا اساسيا في عملية ادخال الفلوكوز الى الخلايا حيث يعتقد بانه يؤدي عمله اما عن طريق زيادة الحملة الخاصة بالفلوكوز او بتسريع عملية الاتحاد الكهياوي بين الفلوكوز والحملة .

وبما تقدم يتضح ان معدل سرعة مرور المادة خلال غشاء الخلية بواسطة الانتشار التسهيلي يعتمد على فرق تركيز المادة على جانبي الغشاء وكية الحملة في غشاء الخلية وكذلك على سرعة الاتحاد الكهياوي بين الحملة وجزيئات المادة .



الشكل (٤)

يوضح انواع الانتشار

- اولا : مرور الماء خلال المسام من الخلية واليها .
- ثانيا : انتشار الاكسجين الى داخل الخلية وانتشار ثاني اكسيد الكربون الى خارج الخلية لكونها سريعي الذوبان في التركيب الدهني لغشاء الخلية .
- ثالثا : نقل الغلوكوز بواسطة الحاملة (الانتشار التسهيلي) .

التناضح Osmosis

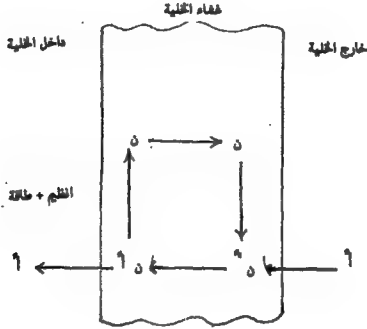
هو نوع من انواع الانتشار ويشمل انتقال الماء من خلال الغشاء نصف النفوذ الذي يفصل محلولين مختلفي التركيز حيث ينتقل الماء من المحلول ذي التركيز الواطيء الى المحلول ذي التركيز العالي مما يسبب زيادة في حجمه ويستمر جريان الماء حتى يتساوى تركيزا المحلولين على جانبي الغشاء . ومن الممكن وضع ضغط مائي على المحلول القوي بحيث يمنع امتصاص الماء من المحلول الضعيف ويسمى هذا الضغط بالضغط التناضحي (Osmotic Pressure) فشلا في تكوين السائل الخلالي ان الشعيرات نفوذية للماء وغير نفوذية لبروتينات البلازما وبسبب ذلك فان بروتينات البلازما تولد ضغطا تناضحيا مقداره ٢٨ ميلي متر زئبق مما يؤثر تأثيرا مهما في تكوين السائل الخلالي لذلك من المهم جدا ان يكون سائل خارج الخلايا بتركيز معين بحيث يجب ان يتعادل الضغط التناضحي في خارج الخلايا مع ما في داخلها .

اذا كان تركيز السوائل على جانبي الغشاء متساويا كما الحال في خلايا الدم والبلازما فيسمى المحلول محلولاً اسوي التوتر (Isotonic Solution) وهذا يدل على ان الضغط التناضحي على جانبي الغشاء يساوي ٨٥ . % من محلول ملح الطعام .

عند وضع الكريات الحمر (Erythrocytes) في محلول ذي تركيز قليل (ناقص التوتر Hypotonic solution) اي ضغطه التناضحي واطيء ففي هذه الحالة سوف ينتقل الماء من خارج الخلايا الحمر الى داخلها مسببا لها الانتفاخ وبالتالي تحللها (Hemolysis) اما اذا وضعت الكريات الحمر في محلول ذي تركيز اعلى من تركيز هيوليها (مفرط التوتر Hyertonic solution) ففي هذه الحالة سوف يخرج الماء من الخلايا الى المحلول خارجها مما يسبب انكاشها وتجمدها وهذه الظاهرة تسمى بالتقرض (Crenation) .

النقل الفعال Active Transport

تصف عملية النقل للمواد عبر غشاء الخلية كما يوضحها الشكل التخطيطي (٥) بما يأتي :-



شكل (٥)

يثل عملية النقل الفعال للمادة (أ) من خارج الخلية إلى داخلها باستعمال الحامل (ن) واستعمال طاقة وانظم معينين .

- ١ . تحدث عملية نقل المادة عبر غشاء الخلية من المنطقة التي فيها تركيز تلك المادة قليلاً إلى المنطقة التي فيها تركيزها أعلى .
- ٢ . تستنفد في عملية النقل الفعال طاقة معينة ومصدرها الرئيس أتب (ATP) والتي تحرر داخل الخلايا نتيجة لعملية الاستقلاب . وقد وجد أن خلايا الدماغ والكلى تستنفد ٧٠ ٪ من الطاقة المخزونة فيها وعلى شكل أتب في النقل الفعال لشوارد الصوديوم وشوارد البوتاسيوم .

- ٣ . نحتاج الى فصالية انظم معين لتلك المادة والتي تدخل في عملية التفاعل الكيماوي بين الحامل والمادة المراد نقلها بفعالية . والانظمت انواع عديدة كل انظم متخصص بنوع معين من التفاعل الكيماوي .
- ٤ . نحتاج الى حلة خاصة للمادة نفسها .

والحمة جزئيات بروتينية او متكونه من تركيب بروتيني دهني في غشاء الخلية حيث يوفر البروتين المنطقة التي تتحد بها المادة المراد نقلها بفعالية اما الجزء الدهني للحامل فيسهل من مرور المادة مع الناقل عبر التركيب الدهني لغشاء الخلية وتوجد حامل خاص للسكريات في اغشية الخلايا الاغشية الطوائر للامعاء والانابيب في الكلية كما يوجد في اغشية خلايا الجسم حامل متخصص لنقل كل من شوارد الصوديوم من داخل الخلية الى خارجها ويحدث العكس بالنسبة لشوارد البوتاسيوم وان هذا النظام من النقل والذي تستخدم فيه الطاقة من اجل ان يحافظ على الفرق في تركيز كل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم على جانبي الغشاء يسمى مضخة الصوديوم (Sodium pump) حيث تسبب تلك العملية من النقل الاقلال من تركيز شوارد الصوديوم داخل الخلية ويتم ذلك بنقلها بفعالية عبر غشاء الخلية الى السائل خارج الخلية بالرغم ان تركيزها خارج الخلية اعلى مما في داخلها والعكس يحدث بالنسبة لشوارد البوتاسيوم . ان كلا من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم تحاول النفوذ عبر المسام في غشاء الخلية نتيجة لفرق التركيز على جانبي الغشاء ولو استمر نفوذ كل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم عبر الغشاء فبعد فترة يتساوي تركيزا كل من شوارد الصوديوم وشوارد البوتاسيوم على جانبي الغشاء ولكن بسبب وجود مضخة الصوديوم في غشاء الخلية تدفع كل ما يدخل من شوارد الصوديوم الى خارج الخلية وكذلك يحدث العكس بالنسبة لشوارد البوتاسيوم . وهذا النظام من النقل الفعال مهم جدا في عمل انجبة الجسم كالانجبة العصبية والمضلية كما في حالة نقل الايمازات العصبية عبر الالياف العصبية والمضلية . كذلك ان لمضخة الصوديوم فائدة اخرى حيث تحافظ على الحجم الطبيعي للخلايا وتمنع انتفاخها وتحمطها حيث توجد داخل الخلايا جزئيات كبيرة الحجم لا يمكنها النفوذ الى خارج الخلايا كجزيئات البروتين واثب ونتيجة لوجود تلك المواد داخل الخلايا تسبب نفوذ الماء الى الخلايا كما ان الكهارل (Electrolytes) تميل للدخول للخلايا مع الماء وهذا مما يسبب انتفاخ الخلايا وبالتالي تحمطها ولكن بسبب مضخة الصوديوم التي تقوم

بضخ شوارد الصوديوم الى خارج الخلية تنتج الموازنة في دخول الماء الى الخلية وخروجه منها وبالتالي يتع انتفاخ الخلايا وتحطمها .

وما سبق ذكره فأن عملية النقل الفعال تشمل انواعا عديدة من الجزئيات او الشوارد فضلا عن شوارد الصوديوم والبوتاسيوم تشمل ايضا شوارد الكلسيوم والحديد والميكرجين والكلوريد واليوريا والمديد من انواع السكريد والمضمينات . كما ان نوع نظام النقل الفعال تحدده اما طبيعة الحامل الكيماوية والتي تحدد ارتباطه مع مواد معينة او نوع الانظم الذي يدخل بنوع معين من التفاعلات الكيماوية .

الالتقام الخلوي Endocytosis

تشمل هذه العملية نقل الجزئيات ذات الحجم الكبير او الاعداد الكبيرة من الجزئيات من الخلية واليهما ودخول هذه المواد الى الخلية يسمى التقام خلوي (Endocytosis) وخروجها يسمى التفاض خلوي (Exocytosis) .

ان دخول هذه الجزئيات الى الخلية يكون على نوعين النوع الاول البلعمة (Phagocytosis) والتي يتم فيها التهام الجزئيات الكبيرة والسحوب الثاني يسمى الاحتساء (Pinocytosis) والتي يتم فيها التهام الاجسام الصغيرة او شبه السائلة، في حالة عملية البلعمة يمتد الغشاء البلازمي او ينبعج ليحيط الجزئية المراد التقاطها ساجبا ايهاها الى داخل الخلية البلعمية لتلتهم مع واحد او اكثر من الانظيمات . حيث تحلل تلك الانظيمات البروتين والجزئيات الاخرى الى مركبات بسيطة تمكن الخلية من استعمالها . كما يحدث في التهام الكريات البيض للجراثيم (Bacteria) والخلايا الثالثة . اما في عملية الاحتساء فينبعج الغشاء البلازمي ليكن الخلية من سحب الجزئيات الصغيرة والسائل الى داخلها والعملية مشابه لعملية البلعمة من حيث تكوين الفجوة داخل الخلية وتحليل مكوناتها بواسطة الانظيمات . اما عملية اخراج بعض المواد من الخلية الى المحيط الخارجي فانها تتم بواسطة الالتفاض كالذي يحدث عند افراز الهرمونات البروتينية كالانسولين من خلايا البنكرياس .

الترشيح Filtration

هو العملية التي بواسطتها يدفع السائل للمرور خلال الغشاء او اي حاجز اخر وذلك بسبب فرق الضغط المائي السكوني (Hydrostatic Pressure) على الجانبين . وكيفية السائل المرشح ضمن فترة زمنية معينة ، تعتمد على الفرق في التركيز على جانبي الحاجز والمساحة السطحية للحاجز .. وكذلك فإن الجزيئات التي اقطارها اصغر من المسام في الحاجز تمر بسهولة خلاله بينما لا تنفذ الجزيئات الكبيرة خلال المسام وتبقى عالقة في الغشاء فلو مرر محلول سكر مضاف اليه مسحوق الفهم من خلال ورقة ترشيح الى اناء اخر يلاحظ ان محلول السكر يمر خلال ورقة الترشيح بسهولة بينما تبقى جزيئات مسحوق الفهم غير الذائبة عالقة في ورقة الترشيح لاستطيع المرو من خلال المسام . وفي الجسم يتم ترشيح الجزيئات الصغيرة من خلال جدران الاوعية الدموية الشعرية عندما يكون الضغط المائي السكوني في الاوعية الدموية اكبر مما هو في خارج الانسجة الوعائية .

الفصل الثاني

الجهاز العصبي

- المقدمة .
- التركيب النسيجي للجهاز العصبي .
 - كامن الغشاء .
 - الفعل الكامن .
 - منعنى فترة الشدة .
 - قانون الكل او العدم .
 - توصيل الفعل الكامن .
- سرعة توصيل الدفعات في الالياف العصبية .
- المشابك .
- الجهاز العصبي المركزي .
 - حفظ الجهاز العصبي المركزي .
- الدماغ (المخ ، الخنوخ ، جذع الدماغ ، الدماغ البيني) .
 - امواج الدماغ .
 - الجهاز الحوفي .
- النخاع الشوكي (المسالك والمنعكسات) .
 - الجهاز العصبي المحيطي :
 - الاعصاب القحفية .
 - الاعصاب النخاعية .
 - الاعصاب المستقلة (الودي واللاودي) .
 - التركيب الوظيفي العام للجهاز العصبي .

الجهاز العصبي Nervous System

المقدمة

ان جسم الانسان يمتلك القابلية الكبيرة على اكتشاف المتغيرات (المنبهات) التي تحدث في بيئته الخارجية أو الداخلية . يحدث ذلك من خلال وجود نظام متكامل يعمل على اكتشاف هذه المتغيرات ثم نقلها بواسطة طرق اتصال سريعة الى الجهاز العصبي . اذ يقوم الجهاز العصبي بدراستها ثم ينظم الاستجابات (الدفعات لهذه المنبهات والتي تعمل على التراكيب الجسمية وخاصة العضلات والغدد. يستدل من هذا ان وظيفة الجهاز العصبي بشكل عام تشمل :

اولا : التحسس بالتغيرات .

ثانيا : تفسير هذه التغيرات .

ثالثا : الاستجابة لهذه التغيرات بفعل يكون بصورة عامة على شكل تقلص عضلي او افرازات غدية .

ومن وظائف الجهاز العصبي الاخرى هي عمله كككل ومشارك لوظيفة جهاز الغدد الصم endocrine system في عملية السيطرة على ابقاء الاستتباب Homeostasis في الجسم .

ينقسم الجهاز العصبي بصورة رئيسة الى قسمين هما :

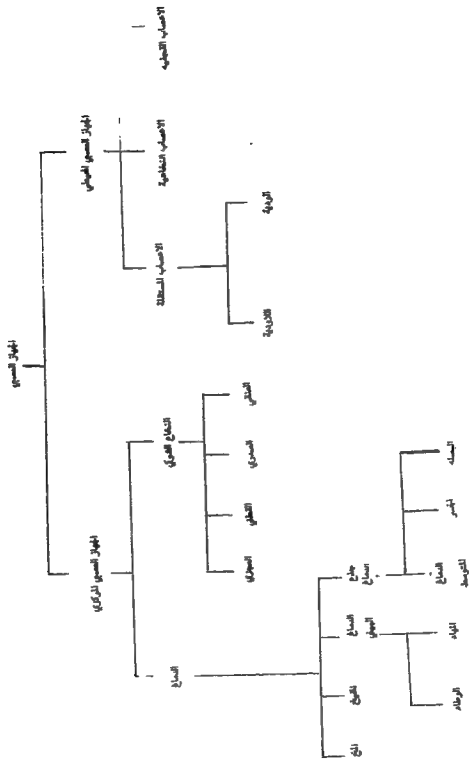
١ - الجهاز العصبي المركزي ، ويشمل الدماغ والنخاع الشوكي .

٢ - الدماغ : The Brain : يتكون الدماغ من المخ Cerebrum والمخيخ

Cerebellum والدماغ البيني Diencephalon (المهاد Thalamus والوطاء

Hypothalamus) وجذع الدماغ Brain stem (المتكون من الدماغ المتوسط

midbrain، والجسر Pons، والبصلة Medulla oblongata) .



مخطط يوضح أجزاء الجهاز العصبي

ب) النخاع الشوكي Spinal cord: ويتكون من سلسلة متصلة من القطع او الشدف Segments حيث يخرج من كل قطعه زوج من الاعصاب النخاعية Spinal nerves (حسي Sensory وحركي Motor) .

٢ - الجهاز العصبي المحيطي . ويتكون من ثلاثة انواع من الاعصاب وهي :-
أ) الاعصاب القحفية Cranial nerves: تنشأ من الدماغ وعددها اثناء عشر زوجاً .

ب) الاعصاب النخاعية ، تنشأ من شذفات النخاع الشوكي وعددها (٣١) زوجاً . ان كل عصب نخاعي هو عصب مختلط mixed nerve يحتوي على اليااف حسية يتلخص عملها بنقل المعلومات من المستقبلات receptors الموجودة في مختلف انحاء الجسم الى الجهاز العصبي المركزي . والالياف الحركية التي يتلخص عملها بنقل الاوامر الصادرة من الجهاز العصبي المركزي الى عضلات الجسم ولذلك تسمى الاعصاب النخاعية احياناً بالجهاز العصبي الجسدي Somatic nervous system .

جـ) الاعصاب المستقلة او الجهاز العصبي المستقل Autonomic Nervous System وتنقل هذه الاعصاب المعلومات من الجهاز العصبي المركزي الى العضلات للنساء والعضله القلبية والغدد . تنقسم الاعصاب المستقلة بصورة رئيسة الى : الاعصاب الودية Sympathetic nerves : التي تنشأ من شذف المنطقة الصدرية والبطنية للنخاع الشوكي .

الاعصاب اللاودية Para sympathetic nerves . حيث ينشأ قسم منها من الدماغ وقسم اخر من الجزء المعجزي للنخاع الشوكي .
التركيب النسيجي للجهاز العصبي

Histological Structure of the Nervous System

يتكون النسيج العصبي بصورة عامة من تركيبين اساسيين وهما الخلايا العصبية (العصبونات) والخلايا الدبقية (الخلايا الساندة) .

الخلايا العصبية او العصبونات : nerve cells or neurones

ان الخلية العصبية تمثل الوحدة البنائية والوظيفية في الجهاز العصبي تنفصل الخلايا العصبية بعضها عن البعض نسيجياً وتتصل فقط في مناطق الاتصال

الوظيفي (الشابك) Synopses. تبدأ الخلية العصبية عادة في المستقبلات او في منطقة شبكها بحلية عصبية اخرى وتنتهي نهاياتها اما بشبك اخر او عند الاجهزة المنفذة كالعضلات والغدد .
ان الخلايا العصبية بعد تكوينها ونضوجها لا تنقسم ولا تتكاثر ولهذا فإن الخلية التي يصيها التلف والموت في الجسم الحي لاتنمو ابدأ .
تتألف الخلية العصبية من جسم الخلية وتتوالتها العصبية . وكما هو موضح في الشكل (٦) .

أ . جسم (جسد) الخلية العصبية (nerve cell body (nerve soma :

تكون اجسام الخلايا العصبية المادة النجائية (gray matter) في الجهاز العصبي المركزي ، وتوجد مجموعات من اجسام الخلايا العصبية خارج الجهاز العصبي المركزي كما في العقد الشوكية وعقد الجهاز العصبي المستقل .
تتباين اشكال اجسام الخلايا العصبية واحجامها تبعاً لتيابن موقعها وتعداد نتوأتها . فهنا الكروية والفلزلية والبيضوية والمريمية وغيرها . وتصل حجوم الخلايا العصبية الى ١٣٠ ميكرومتر وطول محاورها يتراوح بين عدة ميكرومترات الى ١٥ متر . ولكن يعتقد ان العمل الرئيس لجسم الخلية يتمثل في التغير من طبيعة الدفعات المارة عبره واتجاهها .

يحتوى جسم الخلية على نواة كبيرة كروية الشكل تحتل عادة مركز الخلية وتحتوى على نوية واحد او اكثر ، كما تحتوى في جبلتها على الحمض النووي (الدنا DNA) .

نظرا للتطور الحاصل في دراسة علم الخلية في السنوات الاخيرة تم اكتشاف وجود الجسم المركزي (Central body) الذي يحتل موقعا قرب النواة من جهة التفصلات .

يحيط بالخلية العصبية غلاف رقيق يسمى بغمد الليف العصبي (neurolemma) الذي يبلغ سمكه حوالي (٧٥) انغستروم ، حيث يتم بواسطته نقل الدفعات الى جسم الخلية ومنه الى الليفيات .

يحتوى هيولى الخلية (مصورة العصبون neuroplasm) على المركبات الحية وغير الحيوية فضلا عن الليفيات العصبية (neurofibrils) وجسيمات نسل (Nissl bodies) .

الليفات العصبية : هي خيوط رفيعة دقيقة تمتد خلال هيولي الخلية وتتوالتها .
وتعتبر اعضاء توصيل الدفعات من جسم الخلية الى المحوار .

جسيمات نسل : وهي جسيمات صغيرة من مادة عجيبة لها ميل شديد للصفنات القاعدية (كصبغة ألتلين الأزرق) . حيث تبدو على الشبكة الهيولية العجيبة او الخشنة . على شكل مجاميع واضحة وبارزة . تنتشر هذه الجسيمات في هيولي جسم الخلية وهيولي التنفصات وينعدم وجودها في المحوار وبروز المحوار (axon hillock) . لهذه الجسيمات او العجيبات علاقة وثيقة بطبيعة عمل الخلية العصبية . وتحتفي عند تعرض الخلية للاصابات كقطع المحوار او في حالة تمع الخلية أو حدوث نقص في الاكسجين وتسمى تلك الظاهرة بظاهرة انحلال الكروماتين (chromotolysis) ولكن هذه الجسيمات تعود فتظهر بعد فترة وجيزة من الراحة اي بعد ازالة اسباب تحللها .

التندرات : تنتشر في جسم الخلية العصبية وتتوالتها وتكثر في نهاية المحوار . وتكون على شكل حبيبات او خيوط قصيرة ويعتمد بانها تقوم بوظيفة تتعلق بتنفس الخلية وبثقلانها الكيماوية الحيوية .

مركب ظلي : الذي يظهر على شكل نسيج شبكي او جزئيات كروية الشكل . ويوجد في جميع الخلايا العصبية ويعتمد بانه يقوم بدور في عمليات الافراز العصبي في بعض الخلايا العصبية .

الاجسام الحالة : تظهر في هيولي الخلية وهي ذات اشكال مختلفة وتحتوى على انواع الانظيمات الهاضمة وعملها يشابه عمل الاجسام الحالة في خلايا الجسم المختلفة من هضم الاجسام الغريبة التي تدخل الخلية وتحليلها .

محتويات اخرى :

توجد مركبات غير حيه مثل دقائق الفليكوجين والدهون والفجوات والصفنات كصبغة الميلانين (Melanin Pigment) والموجوده بصورة خاصة في خلايا النخاع الشوكي وصبغة اللاييوفوسين (Lipofuscin) التي توجد في بعض الخلايا العصبية عند تقدم العمر .

ب . النتوءات العصبية :neural Processes:

تكون نتوءات المصنونات مع الخلايا الدبقية المادة البيضاء (White metter) او النخاعين (myelin) في الجهاز العصبي المركزي وتشمل :
النتوءات :

١ . المحوار axon: لكل خلية عصبية محوار واحد يخرج من تركيب مخروطي الشكل من جسم الخلية ، ويكون خاليا من جسيمات نسل ويسمى بروز المحوار . يكون المحوار عادة رفيعا وطويلا . ويتباين طول المحوار في المصنونات المختلفة فقد يزيد على المتر الواحد كما في الخلايا المحركة . او قد يكون قصيرا جدا كما في بعض خلايا الجهاز العصبي المركزي . وتظهر من المحوار تفرعات جانبية ، وينتهي المحوار بنهاية واحدة او عدة نهايات . وينعدم تكوين البروتين في المحوار نظرا لعدم وجود جسيمات نسل فيه . ويتثل عمل المحوار الرئيس في اصال الدفعات من جسم الخلية العصبية الى خلية عصبية اخرى او الى الاجهزة النفاذة .

٢ . التفرعات dendrites: وتنشأ من جسم الخلية العصبية . وهي بروزات سمكية وقصيرة نسبيا لقورتها بالمحوار . قد تكون واحدة او اكثر ، وتتناز اصال الايمارات (الدفعات) العصبية بمد تملها من المحيط الخارجي او الداخلي او من خلية عصبية اخرى الى جسم الخلية .

تصنيف الخلايا العصبية (Classification of nerve cells) ان الخلايا العصبية ذات اشكال وحجوم متباينة ولكن لها جميعا نفس الخواص الوظيفية من قابلية الاستشارة والتوصيل . وتوجد عدة تصنيفات للخلية العصبية (المصنون) ومنها :-
اولا : التصنيف الذي يعتمد على الصفة الوظيفية التي تؤديها الخلية العصبية وتشمل :

أ . المصنونات الحسية او الواردة Sensory Or Afferent Neurones وتشمل هذه المصنونات بعض الاحاسيس مثل الالم او البرودة او الحرارة ثم ترسلها الى الجهاز العصبي المركزي .

ب . المصنونات المحركة او الصادرة Motor Or Efferent Neurones اذ تقوم هذه المصنونات بنقل الايمارات من الجهاز العصبي المركزي الى الاجهزة النفاذة كالعضلات والغدد .

ج . العصبونات الوصلة Connector Neurones ويمثل عملها الوظيفي في تنظيم العلاقة بين كل من العصبونات الحسية والحركة .
ثانياً : التصنيف الذي يعتمد على الصفة التشريحية والشكلية للخلية العصبية ويشمل :

أ . التصنيف الذي يعتمد على عدد الامتدادات ومنها :
١ . العصبونات احادية القطب Unipolar neurones : اذ أن لأجسام هذه الخلايا امتداد واحد ، وتكثر هذه الخلايا في الادوار الجنينية ويكون وجودها نادرا عند البالغين .

٢ . العصبونات ذوات القطبين bipolar neurones : لجسم هذه الخلية محوار واحد وامتداد تقصفي رئيس واحد . وتوجد مثل هذه الخلايا في الشبكة العينية والخلايا الحسية الشمية .

ويوجد نوع خاص من العصبونات ذوات القطبين تسمى بالعصبونات احادية القطب الكاذبة Pseudounipolar neurones ولجسم هذا العصبون امتدادان يلتحان أثناء نموها وتطورها ليكونا امتدادا واحدا مشتركا يستمر لمسافة ثم يعود للانقسام الى نصين احدهما امتداد تقصفي والاخر محوار . ومثل هذه الخلايا توجد مرتبطه مع جذور المقذ الظهرية المرتبطة مع الاعصاب التناعجية .

٣ . العصبونات للمتعدد الاقطاب multipolar neurones لجسم هذا العصبون محوار واحد وامتدادان تقصفيان او اكثر . وهذا النوع هو اكثر انواع الخلايا العصبية شيوعا ، ومنها الخلايا الهرمية في قشرة المخ وخلايا بركنجي في قشرة المخ .

ب . التصنيف الذي يعتمد على طول امتداد المحوار والذي يدعى بتصنيف غلجي :

١ . ان جسم العصبون الذي له محوار طويل يسمى غط غلجي - ١ وتكون امتدادات هذه المحاور اعم المسالك العصبية في الجهاز العصبي المركزي .
٢ . اما جسم العصبون الذي له محوار قصير فيسمى غط غلجي - ٢ كالخلايا الموجودة في شبكة العين وقشرة المخ والمخيخ .

الدبق العصبي (الخلايا الدبقية) neuroglia :

وهي نوع من انواع النسيج الظام تنتشر في الحيز الخلالي بين اجسام الخلايا العصبية واستطالاتها ، وكذلك بين اجسام الخلايا العصبية والاوعية الدموية . وهذا يمثل صفر الحيز الخلالي بين الخلايا العصبية مقاومة مع تلك الموجودة في انسجة الجسم الاخرى .

تكون الخلايا الدبقية اكثر بكثير من الخلايا العصبية اذ يبلغ عددها حوالي عشرة اصفاف الخلايا العصبية .

تنقسم الخلايا الدبقية وتتكاثر بعكس الخلايا العصبية والتي تنعدم قابليتها على الانقسام والتكاثر بعد نضجها .

يتلخص عمل الخلايا الدبقية بدم الخلايا العصبية وربطها وتغذيتها . كذلك فهي عوامل عازلة حيث تحيط بالخلايا العصبية والالياف العصبية . يوجد عدة انواع من الخلايا الدبقية كما هو موضح في الشكل (٧) والتي تشمل :-

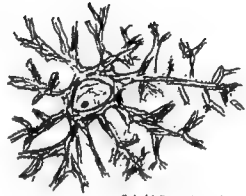
١ . الخلايا النجمية astrocyte cells وتكون على نوعين :

ا . الخلايا النجمية الليفية fibrous astrocyte cells : توجد هذه الخلايا في المادة البيضاء بين حزم الالياف ذوات الغمد النخاعي ، وترتبط بالاوعية الدموية بوساطة اقدام انتهائية . ولهذه الخلايا امتدادات ليفية تمتد لمسافات طويلة .

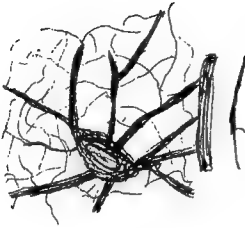
ب . الخلايا النجمية الجبلية Protoplasmic astrocyte cells: وتوجد هذه الخلايا في المادة السنجابية . تتصف بتفرعاتها الكثيرة والغليظة وانها ذات هيولي عجب يحوى على نواة دائرية او بيضوية الشكل .

٢ . خلايا البطانة العصبية ependymal cells : وهي خلايا هديسه تبطن التجاويف الدماغية والقناة النخاعية ، وهي المسؤولة عن حركة بعض الجزيئات داخل تلك التجاويف .

٣ . الخلايا الساتلة (الكوكبية) satellite cells : تكون هذه الخلايا تركيبا يشبه المحفظة يحيط بالمقد العصبية خارج الجهاز العصبي ، وبصورة عامة ان عملها غير واضح .



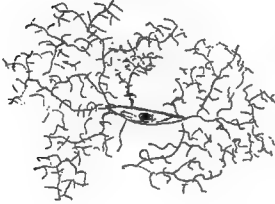
١ . الخلية النجمية الجذلية



٢ . الخلية النجمية الليقية



٤ . الديقية قليلة التشجير



٣ . الديقية الصغيرة



٥ . خلايا البطانة العصبية

الشكل (٧)
الخلايا الديقية

٤ . خلايا شوان schwann cells : وهي خلايا مفلطحة ذات انويه بيضويه الشكل موضوعة بصورة موازية للالياف المصبية . وظيفتها تكوين الغمد النخاعي myelinated sheath الذي يلف اليااف الجهاز العصبي المحيطي . ويحتوى الغمد على مادة بروتينية شحمية Lipoprotein ، وعادة لا يلف الليف العصبي كله حيث ينعدم وجوده في القسم الاول من المحوار (منطقة اتصاله بجسم الخلية) وكذلك في نهايات تفرعات الليف العصبي . يظهر الغمد النخاعي منقطعاً غير متواصل على طول الليف العصبي . اي توجد تخرصات خالية من الغمد النخاعي وعلى مسافات ثابتة على الليف العصبي وتسمى هذه التخرصات بقعد رينفير node of Ranvier . وكل عقدة تمثل المنطقة التي تلتقي فيها خليتان من خلايا شوان .

ان الغمد النخاعي يزيد من سرعة اىصال الدفمات ، كما انه يعمل على حماية المحوار ، ويكسب الالياف المصبية لونا ابيض . يحيط بالغمد النخاعي من الخارج طبقه رقيقة من خلايا شوان . وتلف خلايا شوان من الخارج بشاء رقيق من النسيج الظام يسمى بغمد الليف العصبي .

وبما سبق ذكره يتضح بان الالياف المصبية تكون على نوعين :

أ . الالياف المصبية ذات الغمد النخاعي myelinated nerve fibers

ب . الالياف المصبية عديمة الغمد النخاعي unmyelinated nerve fibers

اي ان هذه الالياف ليس لها غمد نخاعي علما بان محاورها تحاط بخلايا شوان التي تعمل على تغذيتها . ومثال ذلك الالياف المستقلة بعد العقد ، وبعض اليااف الجهاز العصبي المركزي .

٥ . الخلايا الدبقية القليلة التفرص Oligodendroglia : وتوجد هذه الخلايا في المادة البيضاء والسجائية . لها انويه صغيرة وهيولها يحتوي على العديد من العضيات . وهذه الخلايا هي المسؤولة عن تكوين الغمد النخاعي لالياف الجهاز العصبي المركزي .

٦ . الدبق العصبي الصفري microglia : توجد هذه الخلايا في المادة البيضاء والسجائية . لها اجسام صغيرة الحجم وانويتها غامقه اللون . يظهر من جسم الخلية تفرعات سمكة لها تفرعات كثيرة ذات بروزات شوكيه . وتكون وظيفه هذه الخلايا مشابة لعمل الخلايا البلازم في انسجة الجسم الاخرى .

كامن الغشاء Membrane Potential

ان الدراسات التي اجريت للغشاء البلازمي لخلايا الجسم المختلفة وبالاخص اغشية الخلايا العصبية والمضلية بينت بان توزيع الشوارد على جانبي الغشاء البلازمي غير متساو مما ينتج عنه كامن كهربائي $electrical\ potential$ عبر الغشاء يسمى كامن الغشاء اثناء الراحة $resting\ membrane\ potential$. وهذا الكامن يظهر عبر الغشاء في حالة الراحة او السكون ، وفترة الراحة لاتعني ان الخلية في حالة كسل وخمول ولكن خلال تلك الفترة يتوقف مرور الدفقات خلال غشائها . ان العوامل الرئيسة التي تحافظ على استقطاب غشاء الخلية العصبية والمضلية تشمل :

١ . التوزيع غير المتساوي لكل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم على جانبي الغشاء والذي يعود اساسا الى الانتشار البسيط والنقل الفعال عبر الغشاء . من المعروف ان تركيز شوارد الصوديوم خارج الخلية اكثر بكثير مما في داخلها ، حيث يبلغ تركيزها في السائل الخلالي ١٤٢ مكافئيا ميلي / لتر بينما في داخل الخلية ١٠ مكافئات ميلي / لتر . والعكس بالنسبة لشوارد البوتاسيوم حيث يبلغ تركيزها في السائل داخل الخلية ١٤١ مكافئيا ميلي / لتر ، بينما خارجها حوالي ٥ مكافئات ميلي / لتر .

وبسبب الفرق في تركيز كل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم على جانبي الغشاء فان شوارد الصوديوم تحاول الدخول الى الخلية والعكس يحدث بالنسبة لشوارد البوتاسيوم .

من المعروف ان الغشاء البلازمي الذي يغطي جسم الخلية العصبية وتوائها له نفس مواصفات اغشية خلايا الجسم الاخرى فهو نصف نفوذ ، اي يسمح بنفوذ بعض المواد ومرورها من خلاله بحرية بينما يعرقل نفوذ مواد اخرى من خلاله ويمنعها وكذلك له القابلية على تغيير هذه الخاصية من وقت لآخر وبسبب تلك الخاصية . ان نفاذية الغشاء البلازمي لشوارد البوتاسيوم اكثر بكثير من نفاذيته لشوارد الصوديوم . حيث تبلغ نفاذيته لشوارد البوتاسيوم في فترة الراحة اكثر بحوالي مئة مرة من نفاذيته لشوارد الصوديوم . وهذا يعني ان شوارد البوتاسيوم التي تخرج من الخلية الى السائل الخلالي اكثر بكثير من شوارد الصوديوم التي تدخل الى الخلية مما ينتج عنه الاقلال من الشوارد الموجبة داخل غشاء الخلية وزيادتها خارجها .

اما بالنسبة لعملية النقل الفعال لكل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم والتي سبق ذكرها فانها تؤثر تأثيها في استقطاب غشاء الخلية العصبية . حيث ينتج عن تلك العملية تقل كيات اكبر من شوارد الصوديوم من داخل الخلية الى خارجها موازنة مع الكيات من شوارد البوتاسيوم والتي بدورها تقوم بادخالها الى الخلية العصبية .

ان عملية النقل الفعال (مضخة الصوديوم) تسبب الاقلال من الشوارد الموجبة ايضا داخل الغشاء وزيادتها خارجا .

٢ . توجد في داخل الخلية شوارد سلبية كبيرة الحجم مثل شوارد البروتين وشوارد الفسفات العضوية والكبريتات والتي لا تستطيع النفوذ من خلال الغشاء البلازمي وذلك لكبر حجمها وحق ان استطاعت المرور من خلال الغشاء فان تلك الدرجة من النفوذية تكاد تكون منعدمة .

ان العوامل التي سبق ذكرها تقلل من الشوارد الموجبة داخل الخلية والمتبقي من هذه الشوارد الموجبة داخل الخلية غير كاف لمعادلة الشوارد السلبية داخلها مما يجعل داخل الخلية سلبيا وعلى سطحها الخارجي موجبا والذي ينتج عنه استقطاب الغشاء البلازمي .

كذلك هناك وظيفة للشوارد الاخرى في استقطاب الغشاء البلازمي ، مثل شوارد الكلوريد ، اذ ان لهذه الشوارد وظيفة منفعله في استقطاب الغشاء . فمثلا ان تركيز الكلوريد في السائل الخلالي يبلغ حوالي ١٠٣ مكافئات ميلي / لتر وداخل الغشاء ٤ مكافئات ميلي / لتر . وبسبب فرق التركيز تحاول شوارد الكلوريد النفوذ الى داخل الغشاء (ذي الشحنة السلبية) ولكن لايسمح لها بالدخول بسبب قوة الطرد repulsion التي تنتج من الشحنة السلبية ايضا داخل الخلية .

ان القياسات الكهربائية لكامن غشاء العصب تبليغ حوالي ٧٠ ميلي فولت ، وهذا يدل بان حوالي ٧٠ ميلي فولت داخل الغشاء اقل من خارجها .

فضلا عن اهمية كامن الراحة في عمل الخلايا العصبية والعضلية وادائها فان التغير الحاصل في الكامن الكهربائي عبر اغشية انواع خاصة من خلايا الجسم كخلايا البلام والمهدبية هو ضروري ايضا لاداء عمل هذه الخلايا .

الفعل الكامن Action Potential

يمثل الموجه التي توضح التغيير الحاصل في الكامن الكهربائي لغشاء الخلية العصبية او العضلية بسبب التغيير المفاجيء في نفوذيتها لكل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم .

وكما سبق ذكره بان شوارد الصوديوم في السائل الخلالي اكثر بكثير مما في داخل الخلية والعكس صحيح بالنسبة لشوارد البوتاسيوم .

ونتيجة لفرق التركيز فان شوارد الصوديوم تدخل الى الخلية من خلال مسام خاصة في غشاء الخلية تسمى اقنية الصوديوم Sodium channels وهي يعضوية الشكل وابعادها حوالي (0.5nm) انفتروم اما شوارد البوتاسيوم فتخرج من الخلية من خلال مسام خاصة في غشاء الخلية تسمى اقنية البوتاسيوم Potassium Channels وهي مسام دائرية الشكل وابعادها (2.5nm) انفتروم . توجد هذه المسام في الجزء البروتيني المكون لغشاء الخلية . يعتقد بان لكل قناة بوابه تقوم بتنظيم فتحها او غلقها ففي فترة الراحة ان اقنية الصوديوم والبوتاسيوم دائما تكون مغلقة تقريبا . لهذا ان شوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم التي تنفذ من خلال الغشاء قليلة جدا . وفي حالة تيبه الخلية العصبية تفتح تلك البوابات مما يزيد من نفوذية الغشاء لشوارد الصوديوم حوالي 5000 ضعف موازنه بنفوذيته اثناء فترة الراحة . اما بالنسبة لشوارد البوتاسيوم فان نفوذية الغشاء تزداد حوالي (50) ضعفا موازنه بنفوذيته اثناء فترة الراحة وكما هو موضح في الشكل (A) .

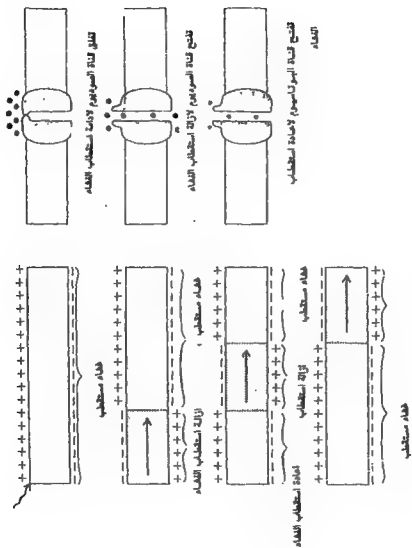
يعتقد بان للبوابات شحنا موجب تتركز داخل القنوات عند فتحاتها او في الجزء الدهني لغشاء الخلية المجاور للمسام . والشحنات الموجبة تولد تيارا كهربائيا موجبا Positive electrical current في القنوات مما يمنع مرور الشوارد الموجبة خلالها .

اما حالة الزيادة في نفوذية الغشاء فسيبها التغيير الذي يحصل في هذا التيار .

ان الخلايا العصبية والعضلية لها القابلية الاستثارية excitability والتوصيلية conductivity . وصفه الاستثارة تمثل قابلية الخلية للاستجابة الى النهايات stimuli وتحويلها الى دفعات impulses . كما ان لها قابلية توصيل الدفعات من خلال غشائها .

ان المنبه يمثل اي حدث او ظرف ينتج عنه تغيير في استقطاب غشاء الخلية الاستثارية . والنهايات انواع منها الميكانيكية والكيميائية والكهربائية . وبصرف

قنوات السورودوم والبوكاسودوم
(الشكل ٨)



النظر عن طبيعة المنبه فانه يجب ان يكون له حد معين من الشدة لكي يؤثر في النسيج الحساس . ولكي يولد استجابة في اي نسيج حساس يجب ان يؤثر فيه لفترة زمنية معينة .

تصنف المنبهات حسب شدتها الى ثلاثة انواع وتشمل :

١ . المنبه العتبي Threshold stimulus : وهو اضعف حد من الشدة يمكن ان يولد الفعل الكامن .

٢ . المنبه تحت العتبي Subthreshold Stimulus : وتكون شدته اقل من شدة المنبه العتبي . ان هذا المنبه يولد تغييرا موضعيا في الفشاء المستقطب للخلية الاستارية قرب منطقة التنبيه ، ولكن لو نبهت الخلية الاستارية بمنبهات متتالية تحت العتبية فن الممكن ان تولد دفعة حقيقية .

٣ . المنبه فوق العتبي Suprathreshold stimulus . حيث تزيد شدته على شدة المنبه العتبي .

ان الحد العتبي يختلف باختلاف الخلايا . كما ان الخلايا من نفس النوع لها حدود عتبية مختلفة تحت ظروف مختلفة .

ان ظاهرة الحد العتبي للمنبهات مهمة في اداء الجهاز العصبي وعمله ، اذ بواسطته يستطيع الجهاز العصبي التمييز بين المهم وغير المهم من المنبهات . فثلا ان المنبهات ضمن الحد العتبي او اعلى تولد دفعات تنتقل الى الجهاز العصبي بينما المنبهات الضعيفة والاقل أهمية لا تستطيع ان تنتقل الى الجهاز العصبي أو تنبهه .

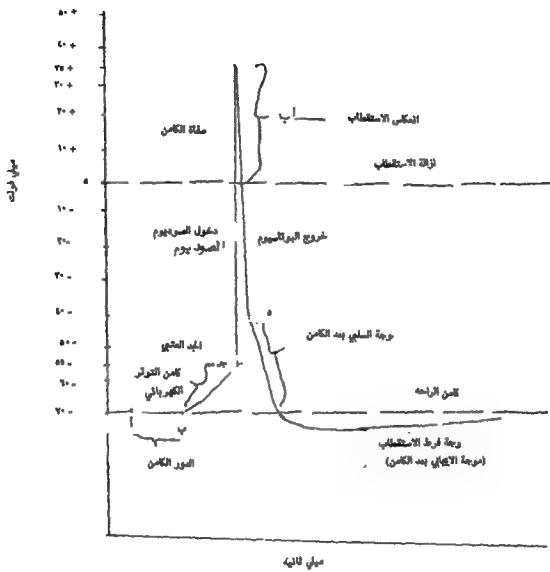
يستعمل جهاز منظار ذنبية الشعاع المبهطي Canod Ray Oscilloscope لتوضيح التغيرات التي تحدث في استقطاب غشاء الخلية العصبية عند تنبيهها . فعند ربط هذا الجهاز بقطبين كهربائيين يوضمان على احد طرفي العصب بحيث يكون احدهما على سطحه الخارجي والثاني في داخله ، ثم ينبه العصب بمنبه كهربائي كافٍ على طرفه الاخر فسوف يلاحظ على شاشة الجهاز اختفاء كامن الراحة لغشاء العصب ويتبعه انعكاس في استقطاب الغشاء (تولد الدفعة) بحيث يصبح داخله موجبا وخارجه سالبا ويحدث هذا بالقرب من منطقة المنبه ويستمر فترة قصيرة . اذ ان الدفعة المتولدة سوف تنتقل الى طرفي العصب على طوله .

ان الدفعة تحدث في العصب نتيجة للاستجابة للتنبيه وتحدث على مراحل وكما هو موضح في الشكل (٩) . اذا نبه العصب في النقطة أ يبدأ رسم الفعل الكامن (من جهاز

منظار الذئذبه) عند النقطة ب . والفترة بين النقطة أ والنقطة ب تمثل فترة الدور الكامن Latent period وهي تمثل الفترة التي يستغرقها انتقال الدفعة من نقطة التنبيه حتى بداية رسم موجة الفعل الكامن في الجهاز (النقطة ب) . يبدأ تسجيل الفعل الكامن من النقطة ب حيث تبدأ شوارد الصوديوم بالنفوذ الى داخل المصّب تدريجياً وتقل من استقطاب غشاء المصّب وتزيد من قابليته الاستثاريه حتى يصل الحد العتي الى (ـ ٥٥ ميلي فولت) ، وتسمى للموجه من (ب) الى (جـ) بكامن التوتّر الكهربائي Electrotonic Potential أو الحالة الاستثارية للموضعية أو الاستجابة للموضعية Local response وهذه الموجه سببها التغير في كامن الراحة نتيجة للنفوذ التدريجي لشوارد الصوديوم الى داخل المصّب فضلاً عن مقاومة المصّب للمنبه وتكيفه له .

والنقطة (جـ) تمثل مستوى الانفجار firing level حيث عند هذه النقطة يقلل استقطاب غشاء المصّب ١٥ ميلي فولت وعندها تبدأ موجة سفاة الكامن Spike potential، حيث تزداد نفوذية الغشاء الى شوارد الصوديوم بكية هائله ، ونتيجة لدخول شوارد الصوديوم يزال استقطاب غشاء المصّب ويعد ذلك ينمكس استقطابه بحيث يصبح سطحه الداخلي موجبا وسطحه الخارجي سالباً . وعندما يصل سفاة الكامن حوالي + ٢٥ ميلي فولت يتوقف دخول شوارد الصوديوم نتيجة لقوة الطرد بين الشحن الموجبه . ثم يهبط سفاة الكامن بسرعة الى النقطة (د) وتتصف هذه المرحلة بالزيادة في نفوذية الغشاء لشوارد البوتاسيوم ونتيجة لخروج كمية كبيرة من شوارد البوتاسيوم من الخليه تسمى تلك المرحلة بمرحلة اعادة الاستقاب وعند النقطة (د) اي حوالي الثلث الاخيره من المنحنى يبدأ المنحنى بالنزول تدريجياً قبل ان يصل الى كامن الراحة وتسمى تلك الموجه بموجه السلبي بعد الكامن negative after potential . وهذه الموجه سببها تجمع شوارد البوتاسيوم على سطح الغشاء الخارجي وبصورة مفاجئة مما يجعل نسبة تركيز شوارد البوتاسيوم على جانبي الغشاء اقل من النسبه الطبيعية وبصورة مؤقتة ، وهذا يسبب التأخير في العودة الى كامن الراحة لبعض من اجزاء الثانيه (ميلي ثانيه) . وبعد أن تصل الموجه الى كامن الراحة احياناً يزداد استقطاب المصّب اكثر من الحد الطبيعي مما يؤدي الى رسم موجه تسمى موجة فرط الاستقطاب hyper polarization أو موجة الايجابي بعد الكامن positive after potential وسبب تلك الموجه يعود الى عمل مضخة الصوديوم والتي سبق شرحها .

بعد انتهاء الفعل الكامن مباشرة تعمل مضخة الصوديوم في غشاء المصّب حيث تقوم



الشكل (١)
مراحل الفعل الكامن

باخراج كل مادخل من شوارد الصوديوم الى الخارج واعادة كل ماخرج من شوارد البوتاسيوم الى الداخل .

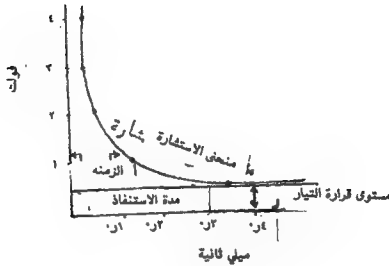
ان كلاً من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم هي المسؤولة عن توليد التغير في استقطاب العصب وبالتالي توليد الفعل الكامن . ولكن لشوارد الكلسيوم أثراً مهماً في تلك العملية . حيث ان شوارد الكلسيوم تولد تياراً موجب الشحنة يحيط بمدخل قنوات الصوديوم ويمنع نفوذ شوارد الصوديوم في فترة الراحة . ولكن عند تنبيه العصب يتم ابعاد شوارد الكلسيوم عن مدخل قنوات الصوديوم وبالتالي يسمح لشوارد الصوديوم بدخول العصب . اذا قلت شوارد الكلسيوم في السائل الخلالي وكذلك في داخل الفشاء يلاحظ ان قنوات الصوديوم لاتنلق بصورتها الاعتيادية مما ينتج عنه استقرار نفوذ شوارد الصوديوم مسبباً التغير في استقطاب الفشاء وبالتالي يؤدي الى ازالة استقطاب الفشاء وتوليد الدفقات الشاذة تلقائياً .

منحنى فترة الشدة - Strength - Duration Curve

ان المنبه لكي يولد استجابته في النسيج الحساس يجب ان يؤثر فيه فترة زمنية معينة . واقصر فترة زمنية لازمة للمنبه كي ينبه النسيج تسمى مدة الاستنفاد Utilization time والتي تتناسب عكسياً مع شدة المنبه ، اذ كلما قلت شدة المنبه فانه يحتاج الى وقت اطول لكي يولد استجابته في النسيج الحساس .

يمثل مستوى قرارة التيار rheobase level أقل حد من الشدة والذي يستغرق اطول مدة لتوليد استجابته في النسيج . واذا قلت شدة المنبه عن مستوى قرارة التيار فانه لا يولد أية استجابة في النسيج .

اما الزمنية Chronaxie فهي اقصر وقت يستغرقه تيار ذو شدة ضعف شدة قرارة التيار لتوليد أقل استجابته في النسيج الحساس . وان الزمنية تختلف باختلاف الانسجة الحساسة وكما هو موضح في الشكل (١٠) .



الشكل (١٠)

يوضح العلاقة بين قرارة التيار ومدة
الاستنفاد والزمن

دور الحرون Refractory Period

ان الخلايا الحسية لاتظهر دائما نفس المعدل من الاستجابة الى التنبيه فثلا اذا نبه العصب بمنبه كاف وتولد فيه الفعل الكامن فان العصب لا يستطيع توليد فعل كامن آخر لفترة زمنية معينة وتسمى هذه الفترة بدور الحرون والتي خلالها لا يستجيب العصب الى المنبه الثاني .

يقسم دور الحرون الى قسمين :

- ١ . دور الحرون المطلق absolute refractory period . ومدته تشمل بداية طور الانفجار وطيلة صعود موجة سفاة الكامن والتي من خلالها يزال استقطاب غشاء العصب حتى تصل الى ٣٥+ ميلي فولت وكذلك ثلث مدة نزولها . خلال هذه الفترة لا يستجيب العصب للمنبهات مهما كانت شدتها ومهما طال تأثيرها .
- ٢ . دور الحرون النسبي Relative refractory period : يبدأ مباشرة بمعد دور الحرون المطلق الى أن يستعيد العصب كامن الراحة . خلال هذه الفترة لا يستجيب العصب للمنبهات الاعتيادية ولكنه يستجيب للمنبهات القوية ، والاستجابة تكون اضعف مما يولدها في حالة الراحة .

قانون الكل أو العدم All or None law

إذا بهت الخلية الحية بمنبه عتي أو فوق العتي نتج عن ذلك فعل كامل .
والأفعال الكامنة التي تولد في هذه الظروف لها نفس الصفة من الشدة والقيمة
وكذلك الشكل بغض النظر عن شدة المنبه . وعموماً إن الخلايا الحسية لا تولد
استجابات تدريجية وعلى شكل مراحل والتي تتغير في شدتها تبعاً لضعف المنبه أو
قوته وعلى هذا الأساس فإن الخلايا الحسية تتصف بقانون الكل أو العدم ، وهذا
يعني إن الخلايا الحية إما تستجيب إلى المنبه أو لا تستجيب وإن استجابت فإن
الدفعات المتولدة لها نفس الموصفات ولا تعتمد على شدة المنبه . أي أنها تنتقل
بشكل ثابت وبنفس الشدة . وإيصال الدفعات لا يعتمد على الزيادة في شدة المنبه .
وهناك عوامل أخرى تغير من الإيصال مثل المواد السامة .

وينطبق قانون الكل أو العدم على الجهاز العصبي حيث إن الزيادة في شدة
المسه لا تولد دفعات لها شدة عالية ولكن بدلاً من ذلك فإن الزيادة الكبيرة في
عدد الدفعات تؤثر الزيادة في شدة المنبه ، ومثال ذلك أن حافز الألم يولد أفعالاً
كامنة لها نفس مواصفات الأفعال الكامنة التي تولدها الحكة المعتدلة ولكنه يولدها
بأعداد كبيرة موازنة مع ما تولده الحكة المعتدلة .

توصيل الفعل الكامن Conduction of Action Potential

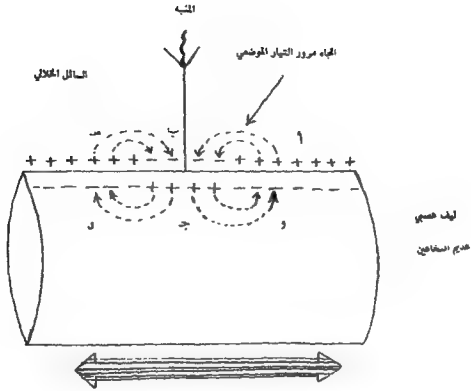
إن الخاصتين اللتين تتصف بهما الانسجة الحسية واللتين سبق ذكرهما تشعلان
القابلية الاستشارية والتي تمثل بالاستجابة إلى المنبه وتحويل تلك الاستجابة إلى
دفعات . والخاصة الثانية هي القابلية التوصيلية حيث تمثل في القابلية على
توصيل الدفعات خلال أنشيتها وتسمى تلك الخاصية بانتشار الفعل الكامن

Propagation of action potential .

وبما أن الألياف العصبية نوعان (ذوات غمد نخاعيني وعدم النخاعين) فإن
توصيل الدفعات خلال أغشيتها يتم إما بواسطة جريان التيار الموضعي Local
current flow (أو التوصيل القفزي Saltatory conduction .

التوصيل بواسطة التيار الموضعي (نظرية الدارة الموضعية Local
Current theory) :

إن عملية إيصال الفعل الكامن في ليف عصبي عديم النخاعين تتم بواسطة نظرية
الدارة الموضعية كما هو موضح في الشكل (١١) .



الشكل (١١)
جريان التيار الموضعي

د سه تليف لعصي سمه كاف في اية نقطة على طوليه وتعرض نقطة (ب) ، ونتيجة لتأثير المنبه تنفذ شوارد الصوديوم الى الليف في النقطة (ب) مما يتيح عه ازالة استقطاب تلك النقطة وتوليد فعل كامن حيث يصحح سطح الغشاء الخارجي في النقطة (ب) سالبا بينما يصبح سطحه الداخلي عند النقطة (ج) (المقابلة للنقطة ب) موجبا . ونتيجة لذلك يحدث خلل في الكامن على سطح الغشاء الخارجي في النقطتين (أ و هـ) المجاورتين للنقطة (ب) ، وكذلك على سطح الغشاء الداخلي في النقطة (و) والنقطة (د) المجاورتين للنقطة (ج) ونتيجة لهذا الخلل في الكامن يجري تيار موضعي من النقطة (أ) والنقطة (هـ) باتجاه النقطة (ب) وكذلك يجري تيار موضعي من النقطة (ج) باتجاه النقطة (و) والنقطة (د) .

ان النقاط (أ) و(هـ) و(ج) هي نقاط مصدر Source Points أما النقاط (ب) و(و) و(د) فهي نقاط منطس Sink Points .

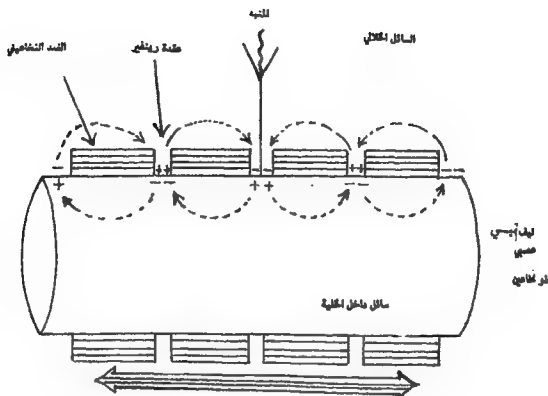
ان جريان التيار في النقطتين (أ) و(هـ) نحو النقطة (ب) وباتجاه مفاكس يقلل من الشوارد الموجبه على السطح الخارجي للفشاء في النقطتين (أ) و(هـ) . اما في السطح الداخلي فان التيار يمر باتجاهين مختلفين حيث يمر من النقطة (ج) الى النقطتين المجاورتين لها (و) و (د) مما يسبب الاقلال من الشوارد السلبية في النقطة (و) المقابلة للنقطة (أ) على السطح الخارجي للفشاء ، وتلك العملية تسبب الاقلال من كامن الراحة في تلك النقطة . كما ان التيار للنيث من النقطة (ج) الى النقطة (و) (المقابلة) للنقطة (هـ) على السطح الخارجي للفشاء ايضا يقلل من كامن الراحة في تلك النقطة . فاذا كان نقصان في كاون الراحة ١٥ ميلي فولت كان معنى ذلك الوصول الى مستوى الانتجار مما يولد فعلا كامنا في تلك النقاط وعند ذلك تعمل تلك النقاط على تنبيه النقاط المجاورة لها حيث تعتبر نقاط مصدر . اما في النقطة (ب) فيعود كامن الراحة الى حالته السابقة في نفس الوقت الذي يتولد فيه فعل كامن في النقاط المجاورة .

ان الدفعات المتولدة تسير على طول الفشاء وبكلا الاتجاهين وبدون تناقص وبشكل ثابت لان الطاقة التي تحتاج اليها تستمد من المصب .

التوصيل القفزي :

يتم ايصال الدفعات العصبية في الالياف العصبية ذوات الغمد النخاعيني بطريقة التوصيل القفزي ، لان الغمد يمتد غلافيا عازلا لا يسمح بتبادل الشوارد خلاله ، لذلك فهو رديء التوصيل للتيار الكهربائي . وان تبادل الشوارد المسبب للتغير في استقطاب الفشاء العصبي يجري فقط في عقد رينغير ، لهذا السبب ان الدفعة تقفز من عقدة رينغير الى العقدة المجاورة من خلال السائل الخلالي والسائل داخل الخلية مما يزيد من سرعة توصيل الدفعة حيث تصبح عقدة من عقد رينغير منطسا والعقدتان المجاورتان لها تصبحان مصدرا ، وكما هو موضح في الشكل (١٢)

ان سرعة توصيل الدفعة في الليف العصبي عديم النخاعين تكون اقل بكثير مما هي عليه في الالياف ذوات الغمد النخاعيني لان الدفعة تسير على طول الليف العصبي عديم النخاعين من نقطة الى نقطة مجاورة لها ، حيث تمر بصورة متواصلة .



الشكل (١٢)
التوصيل القفزي

توجد صفة أخرى يتصف بها التوصيل القفزي هي ان تبادل الشوارد المولدة للدفعات التي تجرى من خلال عقد رينغير فقط ، لهذا ان الشوارد التي تدخل قليلة وهذا يعني ان اعادة الشوارد الى وضعها الطبيعي على جانبي غشاء الليف العصبي يحتاج الى طاقة اقل موازنة بالاليف العصبية عديدة النخاعين لان التوصيل فيها بواسطة جريان التيار الموضعي مما يصاحب ذلك دخول كميات كبيرة من الشوارد الى الليف العصبي وخروجها منه .

سرعة توصيل الدفعات في الالياف العصبية

ان الالياف العصبية تختلف في سرعة توصيلها للدفعات . اذ ان سرعة التوصيل لاتعتمد على شدة المنبه وانما تقررهما عدة عوامل مثل حجم الليف العصبي ونوعه وكذلك طبيعة ظروفه الوظيفية .

تصنف الالياف العصبية حسب حجمها الى ثلاث اصناف رئيسة توصح الاختلاف في توصيل الدفعات العصبية وكا يأتي :

١ . الالياف العصبية ذات الحجم الكبير (A - fibers) :

وهي الياف ذوات نخاعين . وتظهر اعلى معدل في سرعة توصيل الدفعات . كما ان دور الحرون المطلق فيها قصير الاملد . ويتم توصيل الدفعات عبرها بواسطة التوصيل القفزي ، ومعدل سرعة التوصيل القفزي يتراوح بين ٥ الى ٥٠٠ متر / ثانية . توجد هذه الالياف في الاعصاب الحسية الكبيرة حيث تقوم بنقل الاحساسات كالاحاسس بالحرارة والاحساس بالبرودة او الاحساس باللمس . وتوجد هذه الالياف في كل الاعصاب المحركة التي تزود العضلات الهيكلية . وهذا النوع من الالياف يربط الدماغ والنخاع الشوكي بالمستقبلات التي تتحس التغيرات التي تحدث في المحيط الخارجي مثلا اذا وضعنا قطعة ساخنة من الحديد على الجلد . ان الاحساس بالحرارة ينقل مباشرة الى النخاع الشوكي بواسطة تلك الالياف ومن ثم الى الالياف المحركة من نفس النوع لتنبه عضلات اليد لازالة ذلك الجسم الساخن بسرعة .

٢ . الالياف العصبية متوسطة الحجم (B - fibers) :

وهي الياف ذوات غمد نخاعيني ويكون دور الحرون المطلق فيها اطوال مما هو عليه في الالياف كبيرة الحجم . ومعدل سرعة ابصال الدفعات في هذه الالياف يتراوح بين ٢ الى ١٤ متر / ثانية .

توجد هذه الالياف في الاعصاب التي تنقل الاحساس من الجلد والاحشاء الداخلية الى الدماغ والنخاع الشوكي . وهي تكون كل الماوير الصادرة في الاعصاب المحركة التي تصدر من الجزء الاسفل للدماغ والنخاع الشوكي وتنتهي بالعقد التي بدورها تنشأ منها الياف عصبية اخرى لتزود العضلات الملساء والغدد في الاحشاء الداخلية .

٣ . الالياف العصبية صغيرة الحجم (C - fibers) :

وهي الياف عديمة النخاعين ، ولها اطول دور حرون مطلق ومعدل سرعة توصيل

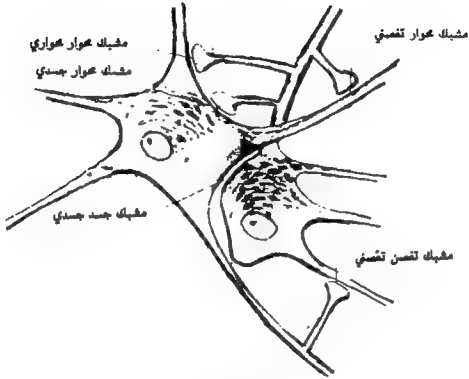
الدفعات فيها اقل من ٢ متر / ثانية . ويتم توصيل الدفعات فيها بوساطة جريان التيار للوضعي . توجد هذه الالياف في الاعصاب التي تنقل الدفعات من الجلد والاحشاء . حيث تقوم هذه الالياف بنقل الاحساس بالآلام من مستقبلات الآلام في الجلد وربما الاحساس بالحرارة والاحساس بالبرودة والاحساس باللمس . يوجد هذا النوع من الالياف ايضا في الاعصاب المحركة والتي تزود العضلات اللساء والغدد الحشوية .

المشابك Synapses

المشبك يمثل النقطة التي تتقارب عندها خلية عصبية من خلية عصبية اخرى وتظهر فيه اعلى درجات السيطرة على الدفعة من حيث السماح لها بالمرور او ايقافها او التغيير من طبيعتها . كما ان منطقة المشبك تتحكم باتجاه مرور الدفعات عبرها . ان اي جزء من اجزاء الخلية العصبية يمكن ان يشارك في تكوين المشبك والمشابك كما في الشكل (١٢) وتشمل :-

- ١ . مشبك محوار - جسدي axo - somatic synapse
ويكون بين محوار خلية وجسد عصبية اخرى .
- ٢ . مشبك محوار - تفصفي axo - dendritic synapse
ويكون هنا المشبك بين محوار خلية وتغصن خلية عصبية اخرى .
- ٣ . مشبك محوار - محواري axo - axonic synapse
ويكون هنا المشبك بين محوار خلية ومحوار خلية عصبية اخرى .
- ٤ . مشبك تغصن تفصفي dendro - dendritic synapse
ويكون هنا المشبك بين تغصنين خلّيتين عصبيتين .
- ٥ . مشبك جسد - جسدي soma - somatic synapse
ويكون هنا المشبك بين جسمي خلّيتين عصبيتين .

ان العصبون الوارد الى منطقة المشبك يسمى بالمعصبون قبل المشبك Presynaptic neurone والمعصبون الصادر من منطقة المشبك يسمى بالمعصبون بعد المشبك Post synaptic neurone . وتوجد فحة ضيقة (gap) تفصل بين الغشاء البلازمي للمعصبون قبل المشبك والغشاء



الشكل (١٢)
المشابك العصبية

البلازمي للمصبون بعد المشبك ويسمى فليح المشبك او فحة المشبك synaptic cleft or gap وسعته تتراوح بين (١٥٠ - ٢٠٠) انغستروم .
والمشابك انواع تعتمد على طبيعة نقل الدفعات خلالها وتشمل المشابك الكيميائية والمشابك الكيماوية والمشابك المختلطة (كهربائية وكيماوية) .

المشابك الكهربائية electrical synapses :

سميت بهذا الاسم لان الدفعات تنتقل مباشرة من خلية عصبية الى اخرى من خلال غشائها البلازمي عبر فحة التوصيل gap junction بينها والتي تكون ذات مقاومة واطئة مما يسهل من انتقال الدفعات عبرها وهذا النوع من المشابك شائع في الحيوانات اللاقترية ويكون نادرا في الجهاز العصبي للانسان .

المشابك الكيماوية : chemical synapse :

ان هذه المشابك أكثر شيوعا في الجهاز العصبي للانسان . تنقل الدفعات العصبية خلالها من خلية عصبية الى أخرى بواسطة الناقلات الكيماوية .
ان المحاور قبل المشبك يتفرع عادة الى عدة فروع وكل فرع ينتمي بانتفاخ يسمى بالعقدة الانتهازية terminal knobe . أو العقدة المشبكية synaptic knobe .
وتحتوى العقدة الانتهازية على اعداد كبيرة من الحويصلات المشبكية synaptic vesicles المحاطة على الناقلات العصبية .

ان الناقلات العصبية هي مواد كيماوية تنتج في اجسام الخلايا العصبية ثم تنتقل الى محاورها ومنها الى العقد المشبكية لتخزن فيها . وطبيعة هذه المواد المخزونة في الحويصلات المشبكية تحدد فما اذا كانت الخلايا العصبية قبل المشابك سوف يكون لها تأثير مثبط او محفز على الخلايا العصبية بعد المشابك . فعند وصول الدفعات الى العقد المشبكية للخلية العصبية تسبب زيادة في نفوذية الغشاء البلازمي لشوارد الكلسيوم ونتيجة لدخول هذه الشوارد الى داخل العقد المشبكية ، تتحرر المادة الكيماوية الناقلة للدفعة العصبية من الحويصلات المشبكية . حيث تمر هذه المادة من خلال فسخ المشابك لترتبط مع مستقبلات خاصة بها في الغشاء البلازمي للخلية العصبية بعد المشبك . فاذا كان للمادة الكيماوية تأثير منبه ففي هذه الحالة تزيد من نفوذية الغشاء البلازمي لشوارد الصوديوم مسببا ازالة استقطاب غشائها فتتولد الدفعة في الخلية العصبية بعد المشبك .

اما اذا كان للمادة الكيماوية تأثير مثبط ففي هذه الحالة تزيد من نفوذية الغشاء البلازمي لشوارد الكلوريد السلبية حيث ينتج عن ذلك دخول كميات من شوارد الكلوريد الى داخل الغشاء وبنفس الوقت تزيد نفوذية شوارد البوتاسيوم مما ينتج عنه اخراج كميات من شوارد البوتاسيوم خارج الغشاء ، مما يعزز من استقطاب الغشاء ويجعله أكثر مقاومة للمنبه .

توجد العديد من الناقلات العصبية كـ أستيل كولين acetylcholine والذي يعمل ناقلة كيماوية منبهة في معظم المشابك العصبية . اما حمض غاما امينوبوتريك (Gamma amino butric acid) (GABA) فهو ناقلة مثبطة في مشابك الجهاز العصبي المركزي . كذلك توجد ناقلات أخرى مثل الهستامين Histamine ودوبامين Dopamine والسيروتونين Serotonin وغيرها .

١ . التوصيل احادي الاتجاه One - Way conduction

ان من خواص المشبك الكيماوي ان الدفعة عندما تصل الى الخلية العصبية قبل المشبك تسبب تحرر الناقله الكيماوية التي تسبب ازالة استقطاب الغشاء البلازمي للخلية العصبية بعد المشبك . وهذا يوضح انتقال الدفعات من الخلية قبل المشبك الى الخلية بعد المشبك بواسطة الناقله الكيماوية . ولكن لو حصل العكس ووصلت دفعة عصبية الى جسم خلية عصبية بعد المشبك او امتداداتها فانها لن تنتقل الى العصبون الوارد (قبل المشبك) . وذلك لانصدام الناقله الكيماوية في الغشاء في منطقة المشبك للعصبون الصادر (بعد المشبك) . وهذا يعني ان الدفعات تنتقل عبر المشابك العصبية باتجاه واحد اي من العصبون الوارد الى العصبون الصادر ولا يحدث العكس .

٢ . الكامن بعد المشبك مستثار Excitatory post synaptic potential

ان الدفعة تسبب تحرر كمية قليلة من الناقله الكيماوية من العصبون قبل المشبك ، حيث تتعد هذه الناقلات مع مستقبلات خاصة بها في غشاء العصبون بعد المشبك مما يسبب دخول كمية من شوارد الصوديوم الى داخل الغشاء ينتج عنه الاقلال من كامن الراحة . ولكن هذا التغير الموضعي في استقطاب الغشاء لا يصل الى الحد العتي لهذا السبب لا تتولد دفعة عادة في العصبون بعد المشبك . وهذا التغير الوقي في كامن الراحة يزيد من قابلية الخلية للتنبيه ويسمى الكامن بعد المشبك المستثار والذي يستمر فترة قصيرة ثم يزول . ومن الممكن ان تتجمع هذه الكوامن بعد المشبك الاستثاري بعضها مع البعض ويصل تأثيرها الى الخلية العصبية بعد المشبك ، فانا كان مجموعها كافيا لاتقاص استقطاب الغشاء الى حد الانفجار ادى ذلك الى توليد دفعة في الخلية العصبية بعد المشبك .

والتجمع نوعان :

أ . تجمع حيزي Spatial summation والسبزي يشمل تجمع الكوامن بعد المشبك الاستثاري لكثر من مشبك وفي نفس الوقت .

ب . تجمع وقي Temporary summation والسبزي يشمل تجمع عدة كوامن بعد المشبك الاستثاري لعدة دفعات سريعة ومتتالية تصل مشبك واحد.

٢٠ الكامن بعد المشبك المثبط Inhibitory post synaptic potential ان الكامن بعد المشبك الاستثاري يزيد من قابلية الخلية للتنبيه بينما الكامن بعد المشبك المثبط يزيد من صعوبة ازالة استقطاب غشاء الخلية العصبية بعد المشبك .ان الدفعة تحرر ناقلات كيميائية مثبطة (من العصبون قبل المشبك) والتي بدورها تزيد من استقطاب غشاء العصبون بعد المشبك بسبب الزيادة في نفوذية الغشاء لشوارد كل من الكلوريد والبوتاسيوم. ان دخول الشوارد السلبية الى الغشاء وخروج الشوارد الموجبة منه تزيد من صعوبة تنبيهه . وهذا التغير الوضعي في استقطاب غشاء العصبون بعد المشبك يروى بعد فترة قصيرة .

والكوامن بعد المشبك المثبط يمكن ان تضاف بعضها مع البعض وكذلك تتجمع تجمعا حيزيا او وقتيا مثل ذلك الذي يحدث لكوامن بعد المشبك الاستثاري . ان الاقلال او الزيادة في استقطاب غشاء الخلية العصبية بعد المشبك يقرره عاملان :

- أ. نوع الناقلات الكيميائية التي تنتجها الخلية العصبية قبل المشبك.
 - ب. طبيعة المستقبلات في الغشاء البلازمي للخلية العصبية بعد المشبك .
- ان العصبون قبل المشبك ينتج عادة نوعاً واحداً من الناقلات الكيميائية اما الغشاء البلازمي للعصبون بعد المشبك فربما يحتوى على كلا المستقبلات الاستثاريه والمثبطة لهذا ان العصبون بعد المشبك يظهر استجابات مختلفة تبعاً لاختلاف الناقلات الكيميائية والتي تطلق في محيطه.
- ٤ . آجل المشبك Synaptic Delay تستغرق الدفعة خلال المشبك حوالي ٠.٥ ميلي ثانية لتولد كامن بعد المشبك الاستثاري في العصبون بعد المشبك .وهذا الفرق في الزمن يسمى بآجل المشبك ويعود للوقت الذي تستغرقه الناقلات الكيميائية المتحررة من غشاء العصبون قبل المشبك لتر في الفحة المشككية حتى تصل الى الغشاء البلازمي للعصبون بعد المشبك لتولد تفرعاً في استقطانه.
- ٥ . تعب المشبك Synaptic Fatigue : لو نبه العصبون قبل المشبك ويتكرر عال يلاحظ بعد فترة ان استجابة العصبون تقل بعد المشبك ثم تنعدم استجابته . ويعود هذا لقلة الناقلات الكيميائية او استنفادها في المشبك والتي سببتها التنبيهات المتكررة والسريعة للعصبون الوارد (قبل المشبك) ولكن بعد فترة قصيرة من ازالة تأثير التنبيه سوف تتمكن الخلية العصبية من تكوين الناقلات الكيميائية وتعود الى حالتها الطبيعية .

الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System (CNS)

حفظ الجهاز العصبي المركزي

يحافظ على الجهاز العصبي المركزي من الصدمات والشدة الخارجية بواسطة تراكيب عظمية وغشائية وسائله وكما يلي :-

اولا - التراكيب العظمية (الجمجمة والعمود الفقري) :

الجمجمة : تتكون من قمين من العظام : العظام الوجيهيه والعظام القحفيه ويحفظ الدماغ داخل عظام التجويف القحفى والتي تتكون من ثمانية عظام وتشمل :-

العظم الجبهى Frontal bone ، والعظمين الجداريين Parietal bones والعظمين الصدغيين Temporal bones والعظم القسالى Occipital bone ، والعظم الغربالى ethmoid bone والعظم الودى Sphenoid bone .

العمود الفقري : يحفظ النخاع الشوكى داخل قناة العمود الفقري والتي تتكون من مجموع ثقب الفقرات التي تتركب الواحدة فوق الاخرى . ويتألف العمود الفقري من الفقرات (Vertebrae) العنقية Cervical والصدريه Thoracic والقطنية Lumber والمجزيه Sacral والممصيه Coccygeal .

ثانيا - التراكيب الغشائية (السحايا Meninges) :-

السحايا اغشية تغلف الجهاز العصبي المركزي وتشمل على :-

- ١ - الام الجافية (dura mater) ٢ - الغشاء المنكبوتى (arachnoid) ٣ - الام الحنون (Pia mater) .

يحفظ الدماغ بواسطة السحايا القحفيه والتي هي متصله (امتدادا) بالسحايا النخاعيه التي تحفظ النخاع الشوكى .

الام الجافية : تشمل الغشاء الخارجى للسحايا ، وهي غشاء ليفي يغلف الجهاز العصبي المركزي . وتنقسم الام الجافية في التجويف القحفى الى قسمين وهما الغشاء الخارجى ويلتصق كليا مع عظام القحف ليكون المحاق Periostium

والغشاء الداخلي الذي يعلف الدماغ ويكون امتدادا للغشاء الذي يغلف النخاع الشوكي .

تكون الام الجافية طية وسطية عمودية ، متجلية الشكل تفصل نصفي المخ وتسمى منجل المسح Falx cerebri . كذلك تكون الام الجافية طية اخرى مستعرضة تفصل بين المخ والخيش وتسمى حيمة الخيش Tentorium cerebelli . تحتوى الام الجافية على قنوات مملوءة بالدم تسمى جيوب الام الجافية وتحتوى على الدم الوريدي الذي ينتقل بعد ذلك بواسطة الاورده الى القلب .

الغشاء العنكبوتي : ويكون الغشاء الوسطي في السحايا وسمي بهذا الاسم لكونه مشابها لسج العنكبوت وانطقه الخارجيه للغشاء العنكبوتي تكون متداخله مع الام الجافية بينا هناك فراغ يفصله عن الام الحنون ويسمى بالحيز تحت العنكبوتي Sub arachnoid space ويحتوى على السائل المحي النخاعي (CSF) Cerebro spinal fluid .

الام الحنون : تكون الغشاء الداخلي للسحايا وهي غشاء رقيق جدا يلتصق تماما مع الدماغ والنخاع الشوكي . تغلف الام الحنون الاوعية الدموية عند دخولها الى الدماغ حيث تساهم في عملية اعاقه حركة بعض الكيماويات بين مجرى الدم والانسجة العصبية اي انها تساهم في بناء الحائل الدموي الدماغى Blood - brain - barrier . ان السحايا النخاعية الثلاثة تغلف الاعصاب النخاعية حتى نقطة خروجها من القناة الشوكية من خلال الثقوب بين الفقرات .

ثالثا - التركيب السائلي : السائل المحي النخاعي (CSF) يعمل وسادة لامتصاص الصدمات وحماية الجهاز العصبي المركزي . ان حجم هذا السائل يبلغ حوالي ١٢٥ ميلي متر ويكون صافيا ، عديم اللون ، يحتوى على مواد بروتينية ، وغلوكونز ، واملاح وبعض الانواع من الخلايا البيض . يتكون السائل المحي النخاعي كراشح من الضفائر المشيمية Choroid plexuses الموجودة في البطينات والتي هي عبارة عن شبكة من الاوعية الدموية الشعرية .

دوران السائل المحي النخاعي CSF - Circulation

ان السائل المتكون في البطينين الجانبيين ينتقل الى البطين الثالث عن طريق الفتحة بين البطينين ثم الى البطين الرابع عن طريق المسال المحي Cerebral aqueduct ثم الى الحيز تحت العنكبوتي عن طريق ثقب لوشكا .

Foramen of Luschka وثقب ماجنندى Foramen of Magendi حيث يصل الى

الجزء الخلفي من الدماغ ثم يمر السائل باتجاه الاسفل خلف النخاع الشوكي ثم الى اسامه وينحى الى الاعلى ليصل الى الجزء الامامي من الدماغ . ان السائل المتكون في القناة المركزية للنخاع الشوكي يصب في البطين الرابع .
تبدأ عملية امتصاص السائل الحوي النخاعي من الحيز تحت العنكبوتي الذي يحيط بالدماغ الى الجيب السهمي العلوي Superior sagittal sinus بواسطة الزغابات العنكبوتية arachnoid villi.

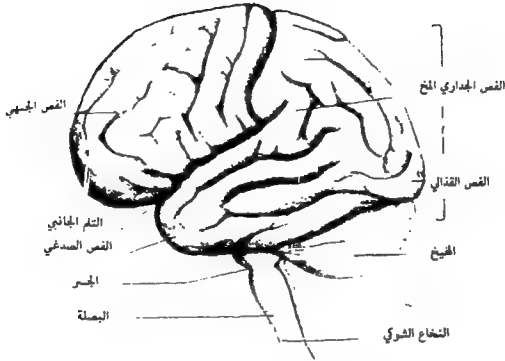
البزل القطني Lumbar Puncture:

ان النخاع الشوكي هو اقصر من القناة التي تحويه . حيث يمتد النخاع الشوكي فقط الى منطقة الفقر القطني الثانيه . يتفرع بعد هذا المستوى الى الاعصاب النخاعية التي تسير الى الاسفل مكونة ما يسمى بذيل الحصان Cauda equina . بما ان الحيز تحت العنكبوتي يمتد الى الشدفة المعجزية الثانية لذلك يتم البزل القطني عادة في المنطقة بين الفقر القطني الثالث والرابعه ، يستفاد من البزل القطني لاستقصاء investigation بعض الامراض التي تصيب الجهاز العصبي وذلك بأخذ عينه من السائل الحوي النخاعي وكذلك تزرق مادة معتمه في نفس المنطقة التي يسحب منها السائل النخاعي وبعدها تؤخذ عدة صور شعاعية للفقرات لتوضح فيما اذا كانت القناة النخاعية سليمة او مصابة بانسداد جزئي او كلي . تعطى احيانا بعض الادوية عن طريق البزل القطني لعلاج بعض الالتهابات التي تصيب الجهاز العصبي .

الدماغ The brain :

هو واحد اكبر الاعضاء في الجسم ويوزن حوالي ١.٢ كغم ، ان المساحة السطحية للدماغ تزداد بدرجة كبيرة جدا بواسطة الطيات المتعددة المهدبة الشكل تسمى تلافيف gyri . تفصل هذه الطيات بواسطة شقوق Fissures او اتلام Sulci . ويتكون الدماغ من الاقسام الاتية وكا هو موضح في الشكل (١٤) .

التلم المركزي



الشكل (١٤) الدماغ

للخ **Cerebrum** : يمثل الجزء الأكبر من الدماغ كما أن وجود الشق الطولي **Longitudinal fissure** يفصل المخ الى نصفين أيمن وأيسر ويدعى كل منها نصف كرة المخ **Cerebral hemisphere** . وتتصلان أحدهما مع الآخر بواسطة حزمه كبيره من الألياف المستعرضه تدعى الجسم الثفني **Corpus callosum** ويقسم كل نصف الى أربعة الى فصوص بواسطة الشقوق والأتلام فالتلم المركزي **Central sulcus** يفصل الفص الجبهى **Frontal Lobe** عن الفص الجداري . والتلم الجانبي **Lateral sulcus** يفصل الفص الجبهى عن الفص الصدغي **Temporal Lobe** والتلم القذالي الجداري **Occipito Parietal sulcus** يفصل الفص الجداري عن الفص القذالي **Occipital Lobe** .

ومن الناحية التركيبية يتكون المخ من المادة الرمادية او السنجابية والمادة البيضاء :
المادة الرمادية او السنجابية : وتشمل المادة الخارجية للمخ بسمك حوالي ٢ - ٤ ميلي متر

الباحة البصرية الجبهية (منطقة ٨) Frontal eye Field area : وتسيطر على الحركة الارادية لمضلات العين .

باحة اللغة language area والتي تسيطر على العضلات المسؤولة عن التنفس والكلام .
ان تلف هذه المنطقة قد يؤدي الى فقدان الكلام (الجبسه) aphasia وفقدان الكتابة (اللاكتائية) Agraphia .

الباحات الحسية : Sensory areas

الباحة الحسية العامة او الباحة الحسية الجسدية

General sensory area or somesthetic area

تقع مباشرة بعد التلم المركزي اي في التلفيف بعد المركزي Post cerebral gyrus للفص الجداري . تتسلم هذه الباحة الاحاسيس من للمستقبلات الموجودة في الجلد والاحشاء والعضلات لختلف انحاء الجسم .

وتتمثل الباحات الحسية العامة كل من الباحة ١ ، ٢ ، ٣ كما في الشكل (١٥) . ان حجم الباحة الحسية لا يتناسب مع حجم ذلك الجزء من الجسم الذي تأتي منه الاحاسيس فمثلا نلاحظ الباحة الحسية التي تتسلم المنبهات الحسية من الشفتين هي اكبر كثيرا من الباحة الحسية التي تتسلم المنبهات الحسية من جذع الجسم .

باحة الترابط الحسية الجسدية Somesthetic association area

تقع خلف الباحة الحسية العامة وتتسلم المنبهات من المهاد والباحة الحسية العامة وباحات اخرى من الدماغ . ان الوظيفة الرئيسية لهذه الباحة هو قيامها بعملية تكامل المنبهات الحسية وتفسيرها . حيث يمكن التعرف بوساطة هذه المنطقة على الشكل المضبوط ، وطبيعة اي جسم وعملية التمييز بين جسم واخر بوساطة التحسس فقط اي بدون النظر اليهم . كذلك تقوم هذه الباحة بتخزين الاحاسيس السابقة للوازنة مع الاحاسيس الجديدة .

الباحات الحسية الخاصة Areas of Special senses تشمل :

١ - الباحة الابصارية الاولى (الباحة ١٧) Primary visual area : تقع في السطح الوسيطي للفص القذالي وتتسلم التنبيهات الحسية من العين حيث تقوم بتمييز شكلها ولونها .

- ٢ - باحة الترابط الابصارية (الباحة ١٨ ، ١٩) : Visual association area :
وتقع في النص القذالي تتسلم هذه المنطقة الاشارات من الباحة البصرية الاولى
وكذلك من المهاد . حيث انها توازن هذه الاشارات (المنبهات) مع الخبرة البصرية
السابقة للتعرف على الشيء الحالي المرئي .
- ٣ - الباحة السمية الاولى (الباحة ٤١ ، ٤٢) : Primary auditory area :
وتقع في الجزء العلوي من النص الصدغي . تقوم هذه المنطقة بتفسير الصفات الاساسية للصوت
كلحن الصوت (Pitch) واتزان او نظم الصوت (rhythm) .
- ٤ - باحة الترابط السمية (الباحة ٢٢) : Auditory associatio area :
وتقع في اسفل المنطقة السمية الاولى في قشرة النص الصدغي . تقوم هذه المنطقة
بتمييز الصوت وتحديد اذ كان كلاما او موسيقى او مجرد ضجيج . كذلك تقوم
بتفسير معاني الكلام .
- ٥ - باحة الذوق (المنطقة ٤٣) Gustatory area :
تقع في قاعدة التلفيف بعد المركزي في قشرة النص الجداري وتقوم بتفسير الاحساسات التي لها علاقة بالذوق .
- ٦ - الباحة الشمية Olfactory area :
تقع في الجزء الوسطي من النص الصدغي . تقوم
بتفسير الاحساسات التي لها علاقة بالشم .
- ٧ - باحة المعرفة (المنطقة ٥ و ٧ و ٢٩ و ٤٠) Gnostic area :
وتعتبر منطقة تكامل عامة تتسلم المنبهات من باحة الترابط الحسية الجسدية الرابطة وباحة الترابط
الابصارية وباحة الترابط السمية وباحة السمع وباحة الذوق والمهاد ومن الباحات
السفلية لجذع الدماغ . اي انها تقوم بتسلم المنبهات من الباحات الحسية الرابطة ومن
المناطق الاخرى ثم تقوم بعملية تكامل لتفسيرات الاحاسيس المختلفة ومن ثم تعطي اشارة
متكاملة الى اجزاء اخرى من الدماغ ليقوم بالاستجابة لتلك المنبهات الحسية .

باحات الترابط Association areas : وتتكون من المسالك الرابطة association tracts
التي تربط المناطق الحركية مع المناطق الحسية . وتشمل قشرة المخ للمنطقة الجانبية من
النص القذالي ، والصدغي ، والجبهوي والجداري . ويتم هذه المناطق بالذاكرة والعاطفة ،
والرغبة والقرار والصفات الشخصية والذكاء .

المادة البيضاء : The White Matter

تقع تحت القشرة ، وتتكون من المحاور النخاعية التي لها ثلاثة اتجاهات رئيسية :

- ١ - الألياف التي تنقل الحوافز بين التلافيف في النصف الواحد من المخ .
- ب - الألياف التي تنقل الحوافز من تلافيف في أحد النصفين إلى التلافيف المناظر في النصف الثاني .

Ascending

- ج - الألياف التي تكون للمسك النازل أو المسك الصاعد or descending tract من المخ إلى الأجزاء الأخرى من الدماغ والنخاع الشوكي .

العقد القاعدية (أنوية المخ) (Basal ganglia (Cerebral nuclei) :

- وهي أزواج من الكتل السنجابية موجودة في كل نصف من المخ . وكل كتلة تحتوي على مجموعة من أجسام الخلايا العصبية ، وتتكون العقد القاعدية من :-
- ١ - الجسم المخطط Corpus striatum ويتكون من :-
أ - النواة المذنبة caudate nucleus

- ب - النواة العدسية Lentiform nucleus : وتشمل اللحاء Putamen (الذي يمثل الجزء الجانبي) والكرو الشاحبة globus pallidus (التي تمثل الجزء الوسطي) .
- ج - المحفظة الداخلية internal capsule وتتكون من مجموعة من المسالك الحسية والحركية البيضاء والتي تربط قشرة المخ مع جذع الدماغ والنخاع الشوكي .

- ٢ - النواة المائقة claustrum nucleus وتكون على شكل صفيحة من المادة السنجابية الموجودة على جانب اللحاء .
- ٣ - النواة اللوزية amygdaloid nucleus وتقع بالقرب من ذيل النواة المذنبة .

٤ - المادة السوداء substantia nigra

٥ - النواة دون للمهاد subthalamic nucleus

٦ - النواة الحمراء red nucleus

إن هذه التراكيب المختلفة والتي تمثل النوى القاعدية ترتبط بعضها مع البعض بواسطة الياف عصبية . كذلك ترتبط مع قشرة المخ ، المهاد ، والوطاء والنخاع الشوكي . لذا فإن هذه النوى تقوم بوظيفة السيطرة على الكثير من الفعاليات الحركية الإرادية .

كذلك تسيطر هذه النوى على معظم الحركات السذاتية (دون الشعور subconscious) للمضلات الهيكلية كحركة الاطراف العليا اثناء المشي او حركة الاطراف السفلى اثناء سيطرة الدراجة او سيطرة السيارة . وبصورة اجمالية فان النوى القاعدية تقوم بتنظيم التوتر والشد العضلي اثناء حركة الجسم .

ان افة العقد القاعدية او اضطرابها يرافقتها حركات غير طبيعية في الجسم كالرعاش Tremor وكذلك زيادة في توتر العضلات الشانية والبساطة ومثال ذلك داء بركنسون Parkinson's disease . واذا كانت الاصابة شديدة فقد تؤدي الى الشلل النصفي في جهة الجسم الاخرى وخاصة عندما تصاب النواة المذنبة بالالة كالذي يحدث في حالة السكتة cerebrop vascular accident .

الحخيخ Cerebellum

يشغل الجزء السفلي من تجويف الجمجمة ويفصل عن المخ بواسطة الشق المستعرض Transverse Fissure ويوساطة جزء من غشاء الام الجافية والذي يسمى خيمة الحخيخ Tentorium cerebelli يتكون سطح الحخيخ (القشرة) من المادة السجائية وتكون على شكل شرائح او صفحات وتسمى بالورقات Folia . يوجد تحت القشرة المادة البيضاء والتي تكون المسالك (Tracts) يتغلغل المادة البيضاء كتل من المادة السجائية تمثل نوى الحخيخ وإمها النواة المسنة Dentate nucleus . ان المقطع العرضي للحخيخ يعطي شكل شجرة متفرعة .

يتكون الحخيخ من نصفي كره (أيمن وأيسر) Right and Left hemisphere يقسم كل نصف كره الى فصوص . لثلاث فصوص الاسامي الخلفي بالحركات دون الشعور للمضلات الهيكلية . والفص المقدي المتوج Flocculonodular Lobe يتم باحساس التوازن . ويعتبر الحخيخ منطقة حركية للدماغ ، ويتم بصورة رئيسة بالحركات دون الشعور للمضلات الهيكلية وبذلك يقوم بتنظيم التوازن والوضع Posture والتناسق Coordination اي ينظم الحركات العضلية كذلك يقوم بتنظيم وتنسيق الحركات العضلية التي تبدأها الراكز العصبية الحركية الاخرى كقشرة المخ الحركية او النوى الحركية او النخاع الشوكي ، وذلك من خلال السيطرة على التوتر العضلي والتمسكات الوضعية وتوازن الجسم . ان اصابات الحخيخ سواء بداء او شدة خارجية قد يؤدي الى ظهور اعراض في جهة الجسم

تناضر نفس الجهة المصابة في التحيخ . ومن الاعراض التي تظهر على المريض اضطراب المشي وفقدان التوازن وحيث ان المريض يميل الى السقوط الى نفس الجهة المصابة من التحيخ وكذلك وجود اضطرابات في الكلام وفقدان تنظيم تقلصات العضلات وتنسيقها كالرعاش والرنح ataxia واحيانا غثيان شديد sever nausea .

جذع الدماغ Brain Stem

ويتكون من البصلة والجسر والدماغ المتوسط .

أبصلة (النخاع المستطيل) Medulla oblongata : تكون القسم الاسفل لجذع الدماغ وهي مكملة للنخاع الشوكي . تحتوى على المسالك النازلة والصاعدة التي تربط النخاع الشوكي مع بقية اجزاء الدماغ . في القسم البطني للبصلة يوجد تركيبان يكون الواحد على شكل مثلث ويسمى الهرم Pyramid وهو يتكون من معظم المسالك الحركية التي تأتي من قشرة المخ الى النخاع الشوكي . ان معظم الالياف الواقعة في الهرم الايمن تعبر او تتصالب Decussation الى الجهة اليسرى والعكس صحيح . وبعد ان تتصالب الالياف تنزل الى الاسفل في الجهة الجانبية للنخاع الشوكي حيث تنتهي في القرن السنجابي الامامي وفي هذه المنطقة تشابك مع العصبونات الحركية التي تزود العضلات الهيكلية ان هذا التصالب يوضح كيف ان المناطق الحركية اليمنى في قشرة الدماغ تسيطر على حركة العضلات في الجهة اليسرى من الجسم والعكس صحيح .

الجهة الظهرية من البصلة تحتوى على زوجين من الانوية وهما النواة الاسفينية cuneatus nucleus والنواة الناحلة Gracilis nucleus اليمنى واليسرى .

تسلم هذه النوى الالياف الحسية من المسالك الصاعدة والجزم او المسالك الاسفينية والناحلة اليمنى واليسرى . ان معظم المسالك الحسية تتصالب في البصلة .

وفضلا عن وظيفة البصلة بوصفها طريقا لتوصيل الدفعات الحسية والحركية بين الدماغ والنخاع الشوكي فانها تسيطر على الوعي والاثارة من خلال وجود التكوين الشبكي (وهي مناطق متفرقة من المادة السنجابية تتخللها الالياف البيضاء) ، علما ان قسما من التكوين الشبكي يقع ايضا في النخاع الشوكي ، والدماغ المتوسط .

والدماغ البيني والجسر . وتحتوى البصلة على مراكز لثلاثة منمكسات مهمة :-

(١) المركز القلبي الذي ينظم تسارع القلب وقوة تقلص عضلات القلب .

(٢) المركز التنفسي الذي ينظم عملية التنفس .

(٣) المركز الهرك الوعائي الذي ينظم قطر الوعاء الدموي . كذلك تحتوى البصلة على مراكز اقل اهمية من التي سبق ذكرها .

ومنها مركز (البلع ، والسعال ، والتقيؤ ، والمطاس والفواق (Hiccup) .
تحتوى البصلة على انوية بعض الاعصاب القحفية ومنها العصب الثامن (السمي) ،
والتاسع (اللساني - البلعومي) والعاشر (المبهم) والجزء القحفي من العصب الحادي عشر
(العصب الاضافي) والعصب الثاني عشر (تحت اللساني) .

يوجد على السطح الخارجي وعلى جانبي البصلة بروز يدعى الجسم الزيتوني
Olivary body والذي يحتوى على النوى الزيتونية التي ترتبط بالخيخ
بوساطة المسلك الزيتوني الخيخي Olivocerebellar tract . ان معظم النوى الدهليزية
Vestibular (الجانبية ، والوسطية والسفلى) تقع في البصلة ، ووظيفة هذه النوى هي
مساعدة الجسم على المحافظة على التوازن .

الجسر Pons :

يقع الجسر مباشرة فوق البصلة وامام الخيخ . وكا في البصلة فالجسر يتكون من
الياف بيضاء تنتشر فيها بعض النوى . سمي بالجسر لانه يربط اجزاء الدماغ بعضها مع
البعض ويكون ذلك عن طريق ألياف ذات اتجاهين .
أ) الاليف المستعرضة Transverse Fibers التي ترتبط بالخيخ من خلال سويق الخيخ
الاطول .

ب) الاليف الطويلة التي تعود الى المسالك الحركية والحسية التي تربط النخاع الشوكي
والبصلة مع الجزء العلوي من الدماغ الاوسط .

يحتوى الجسر على بعض انوية الاعصاب القحفية ومنها نواة العصب الخامس ،
والسادس والسابع ونواة الفرع الدهليزي من العصب الثامن . كذلك يحتوى الجسر على
بعض النوى التي تسيطر على عملية التنفس ، فضلا عن النوى الموجودة في البصلة والتي
تنظم عملية التنفس .

الدماغ المتوسط (Mesencephalon) Midbrain :

يمتد الدماغ المتوسط من الجسر الى الدماغ البيني . يمر من خلال الدماغ المتوسط
المسار الخفي والذي يربط البطين الثالث (من الاعلى) مع البطين الرابع (من الاسفل) .
يحتوى الجزء البطني من الدماغ المتوسط على زوج من الاليف تسمى السويقات الخفية
Cerebral peduncles وهي تمثل الاتصال الرئيس بين القسم العلوي من الدماغ مع القسم

السفلي من الدماغ والبصلة . تحتوى هذه السويقات على الياف حركية تنقل الحوافز من المخ الى الجسر والنخاع الشوكي وكذلك تحتوى على الياف حسية تنقل الحوافز من النخاع الشوكي الى المهاد .

يسمى الجزء الظهري من الدماغ المتوسط السقف Tectum ويحتوى على اربعة بروزات ، اثنان يسميان الاكبتان العلويتان Superior colliculi والاثنان الاخريان يسميان الاكبتان السفليتان Inferior colliculi . الاكبتان العلويتان تمثلان مراكز منعكسات حركة العين والراس كاستجابيه لمنبهات العين والمنبهات الاخرى . والاكبتان السفليتان تمثلان مراكز منعكسات حركة الراس والمذع كاستجابة للمنبهات السمعيه . يحتوى الدماغ المتوسط على المادة السوداء وهي نواة كبيرة تقع بالقرب من السويق . ان النواة الرئيسة في الدماغ المتوسط التابعة للتكوين الشبكي reticular Formation هي النواة الحمراء والتي تنتهي فيها الالياف القادمة من المخ والمخيخ وهي مركز خلايا مسلك الحمراء - النخاعي rubro - Spinal tract .

يحتوي الدماغ المتوسط على بعض النوى لبعض الاعصاب القحفية كالمصّب الثالث (المصّب الحركي للعين) الذي يعنى بحركة العين وتغيير حجم البؤبؤ وشكل العدسة كذلك نوى المصّب الرابع (المصّب البكري) والتي تحرك كرة العين .

يوجد في الدماغ المتوسط تركيب يدعى الفتيل الانسي Medial Lemniscus الذي يكون مشتركا بين الجسر والبصلة والدماغ المتوسط . ان الفتيل الانسي هو حزمة من الالياف البيضاء والتي تحتوى على محاور تحمل وتنقل احساس اللمس الناعم واحساس المستقبل الحسي العميق Proprioceptive sensations واحاسيس الذبذبات من البصلة الى المهاد .

الدماغ البيني : Diencephalon :

يتكون الدماغ البيني بصورة رئيسة من المهاد والوطاء .

المهاد Thalamus

ان المهاد هو تركيب يضىو يقع فوق الدماغ المتوسط ويكون حوالي اربعة اقسام الدماغ البيني .

يتكون المهاد بصورة رئيسة من المادة السنجابية والتي تحتوى على العديد من النوى ومنها مجموعة النواة الامامية ، ومجموعة النواة الوسيطة ومجموعة النواة الجانبية .

يعتبر المهاد المحطة الرئيسة لاعادة ارسال الدفعات الحسية التي تصل اليه من البصلة وجذع الدماغ والخيخ الى قشرة المخ . ومن هذه الحواس هو حس البصر Vision الذي يعاد ارساله بواسطة كل من النواة الركيبية الانسية والجانبية .

Medial and Lateral geniculate nuclei

اما الحس العام والذوق فيعاد ارساله بواسطة النوى البطينية الخلفية Ventral Posterior nuclei . ان بعض نوى المهاد تعتبر مركزا لمشابيك الياف الجهاز الحركي الجسدي . يعمل المهاد مركزا لتفسير بعض المنبهات الحسية كالالام والحرارة والضغط واللس الحشن ، اما النواة الامامية فوظيفتها الاهتمام بالمواطنف والذاكرة .

: الوطاء Hypothalamus

يعتبر الوطاء مركز سيطرة وتكامل للجهاز العصبي المستقل الذي يحفز العضلات للمساء وينظم سرعة تقلصات عضلات القلب ويسيطر على افراز العديد من الغدد . وذلك من خلال وجود اجسام بعض الخلايا العصبية التي تكون معاويرها سلكا (حزمه) من المهاد الى مراكز الجهاز العصبي المستقل (الودي واللاودي) في جذع الدماغ والنخاع الشوكي . اذ ان المهاد من خلال الجهاز العصبي الودي .

١ - ينظم فعاليات الاحشاء كتنظيم سرعة القلب وحركة الطعام خلال الجهاز الهضمي وتقلصات المثانة .

٢ - يساهم في تسلم الحواس القادمة من الاحشاء .

٣ - ينظم الشعور بالنظ والعدوان rage and agresion .

٤ - يسيطر على درجة حرارة الجسم الطبيعية . اذ ان بعض خلايا المهاد تعمل نائظا للحرارة Thermostat ، فانا كانت حرارة الدم القادم الى الوطاء اكثر من الطبيعي فانه يرسل حوافز (الدفعات) عن طريق الجهاز العصبي المستقل لتسبب توسع الاوعية الدموية الجلدية وزيادة التمرق والتي تساعد على فقدان الحرارة من الجلد وبالعكس اذا كانت حرارة الدم القادم الى الوطاء اقل من الطبيعي فانه يرسل حوافز تسبب تقصص الاوعية الدموية الجلدية وكذلك يقلل التمرق فتقل عملية فقدان الحرارة .

ينظم الوطاء تناول الغذاء عن طريق مركز الاطعمام Feeding center ومركز الشبع Satiety center الذي يحفز بواسطة الحس بالجوع من المعدة

الغارعة . وعند تناول كمية كافية من الطعام يتم تحفيز مركز الشبع الذي بدوره يرسل حوافز تثبط مركز الاطعام .

يحتوى الوسطاء على مركز العطش Thirst center . حيث ان بعض خلايا الوطاء تتحفز عندما يقل حجم السوائل الخلالية فتولد الشعور بالعطش . يعتبر الوطاء احد المراكز التي تنظم حالة اليقظة والنوم ويتميز الوطاء بكونه الوسيط الرئيس بين الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم (الذين يسيطران على فعاليات الجسم) حيث يقع الوطاء فوق الغدة النخامية التي تعتبر من اهم الغدد الصماء في الجسم .

يتحس الوطاء عند حدوث اي تغير في استتباب الجسم ويفرز عوامل كيميائية (المروونات) التي تحفز الغدة النخامية او تثبطها كذلك يصنع الوطاء هرمون فازوبريسين Vasopressin وهرمون سيتوسين Oxytocine وهذان الهرمونان يفرزان في الفص الخلفي من الغدة النخامية ويفرزان منه الى الدم عند الحاجة الجسم لها . وهذا يمكن اعتبار الوطاء غدة صماء ايضا .

امواج الدماغ Brain Waves :

ان الدماغ يمكنه ان يولد نشاطا كهربائيا ينتج عن مجموع ملايين من الافعال الكامنة . ويمكن تسجيل هذا النشاط الكهربائي من سطح الرأس ويسمى مخطط كهربائية الدماغ (E E G) Electro encephalogram

بواسطة جهاز تخطيط كهربائية الدماغ Electro encephalography .
توجد أربعة امواج تنتج من دماغ انسان طبيعي وهي :-

- ١ - موجات ألفا (Alpha Waves) وتكون على شكل ذبذبات بتردد ١٠ - ١٢ / ثانية . وتحتوي هذه الموجات في حالة النوم .
- ٢ - موجات بيتا (Beta Waves) ان سرعة تذبذب هذه الموجات تبلغ ١٥ - ٦٠ / ثانية . وتظهر هذه الموجات عادة عندما يكون الجهاز العصبي نشطا مثلا عند تسلق منبهات حسية .
- ٣ - موجات ثيتا (Theta Waves) وتكون سرعة تذبذبها ٥ - ٨ / ثانية وتحدث بصورة طبيعية عند الاطعام وعند البالغين في حالة الشد او الكرب الانفعالي emotional stress

٤ - موجات دلتا (Delta Waves) ان سرعة تذبذب هذه الموجات ١ - ٥ / ثانية وتحدث وقت النوم وتكون طبيعية عند الاطفال الخدج في حالة اليقظة . ولكن ظهورها من شخص بالغ يقط يدل على وجود تلف في الدماغ .
ولذلك يستعاد من تخطيط موجات الدماغ EEG لتشخيص بعض الحالات المرضية كالصرع epilepsy وكذلك عند اصابة الدماغ بالتهنج infection والاورام Tumors او السكتة .

الجهاز الحوفي Limbic System :

يتكون الجهاز الحوفي من بعض اجزاء المخ والدماغ البيني ومن ام مكونات الجهاز الحوفي التراكيب الآتية :-

١ - الفص الحوفي (Limbic Lobe) ويتكون من تليفين :-

١ - التليف الحزامي Cingulate gyrus

ب - التليف الحصيني Hippocampal gyrus

٢ - الحصين Hippocampus : وهو امتداد التليف الحصيني الذي يصل الى قعر البطين الجانبي او ارضيته .

٣ - النواة اللوزية Amygdaloid nucleus : وتقع في نهاية ذيل النواة المذنبة .

٤ - الاجسام الحليمية للوطاء Mammillary bodies of the hypothalamus

وهي كتلتان دائريتان تقعان بالقرب من الخط الوسطي قرب سويق المخ .

٥ - النواة الامامية للمهاد : وتقع في قعر البطين الجانبي او ارضيته . ان مجموعة هذه التراكيب التي تكون الجهاز الحوفي تشكل ما يشبه القوس يحيط بمذغ الدماغ .

يتم الجهاز الحوفي بالوظائف الانفعالية emotional functions من النشاطات السلوكية Behavioural activities التي تقوم بها جميع اقسام الجهاز العصبي . ومن الوظائف الاخرى للنشاطات السلوكية النوم او اليقظة والوعي .

اما الوظائف الانفعالية التي يتم بها الجهاز الحوفي فتكون بصورة عامة لا ارادية غائبة المحافضة على الجسم وصيانتة وكذلك الحفاظ على النوع ودامته . ومن هذه الوظائف عمليات التغذية ، والسرور ، والحزن ، والالام ، والغضب ، والشجار ، والخوف ، والفرار . وكذلك عمليات الغزل والحب والتزاوج والعناية بالوليد . ولذلك يسمى الجهاز الحوفي احيانا بالدماغ الحشوي او الانفعالي . Visceral or emotional brain .
يقوم الجهاز الحوفي بهذه الوظائف من خلال مسالك عصبية وارده حمية خاصة وعامة داخلية او خارجيه ثم يؤثر بواسطة مسالك عصبية صادرة منه الى الوطاء وساق الدماغ والبلصلة لتؤثر على الجهاز المستقل والجسدي وجهاز الغدد الصماء .

النخاع الشوكي Spinal Cord

النخاع الشوكي هو تركيب اسطواني الشكل مسطح قليلا من الامام والخلف . يبدأ كامتداد للبصلة من مستوى الفتحة الكبيرة Foramen magnum الى مستوى الفقرة القطنية الثانية Second lumbar vertebra ويتراوح طوله عند البالغين بين ٤٢ - ٤٥ سم .

يوجد تضخمان في النخاع الشوكي . الاول في المنطقة العنقية ويسمى التضخم العنقي cervical enlargement ويمتد من الشدفة العنقية الرابعة الى الشدفة الصدرية الاولى ، حيث تنشأ منه الاعصاب التي تزود الاطراف العليا . والثاني لتضخم القطني lumbar enlargement ويمتد من الشدفة الصدرية التاسعة الى الشدفة الصدرية الثانية عشرة . وتنشأ منه الاعصاب التي تزود الاطراف السفلى .

يتناقص النخاع الشوكي بعد التضخم القطني تدريجيا مكونا ما يسمى بالخرطوم النخاعي conus medullaris والذي ينتهي في المنطقة ما بين الفقرة القطنية الاولى والثانية .

ان بعض الاعصاب النخاعية التي تنشأ من الجزء السفلي للنخاع الشوكي لاتقادر النفق الفقري vertebral canal وإنما تنحرف الى الاسفل مكونة ما يشابه خصله من الشعر تسمى بذنب الفرس cada equina .

ان النخاع الشوكي هو سلسلة من الشدافات متصلة الواحدة بالآخرى ، وينشأ زوج من الاعصاب النخاعية من كل شذفة . وينقسم النخاع الشوكي الى الجهة اليمنى واليسرى بواسطة الاخدود الامامي الانسي (وهي اخدود عميق وكبير نسبيا) ، والاخدود الخلفي الانسي (وهي اخدود ضيق وسطحي غير عميق) .

تركيب النخاع الشوكي :-

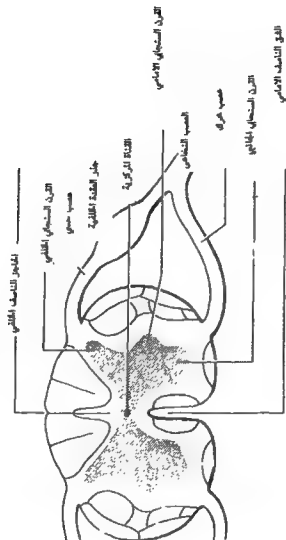
يتكون النخاع الشوكي كما في الشكل (١٦) من التراكيب الاتية :-

أ . المادة البيضاء White matter :

التي تمثل الجزء الخارجي للنخاع الشوكي ، وتكونها حزم من المحاور ذات الغمد النخاعي للعصبونات الحركية والحسية .

تنقسم المادة البيضاء الى كل من العمود او الحبل الامامي والخلفي والجانبي (anterior, Posterior and Lateral funiculus) . وكل حبل يتكون من حزمه من

شكل (١٩)
مقطع عرضي للتخاخ القفري



المسالك التنفسية

- ١ . مجرى الهواء
- ٢ . المجرى الانسيابي
- ٣ . التنفسي الحنجري الحلقوي
- ٤ . التنفسي الحنجري الامامي
- ٥ . التنفسي الجانبي الجانبي
- ٦ . التنفسي الجانبي الامامي
- ٧ . تنفي التنفسي الجانبي
- ٨ . تنفي التنفسي الامامي
- ٩ . حجابي حلقوي

تُعرف ذات التعمد الشجاعي كالحرم أو نسلتك الصاعدة (الخسبة) ascending tracts
ونسلتك النزلة (حركية) descending tracts .

ب . المادة السنجابية gray matter

تتضمن خيرة المدحج للنخاع الشوكي ، حيث تكون على شكل (H) وتتكون
صورة رئيسة من خمسة خلايا عصبية والخويز عديدة النخاعين لعصودت حركية أو
حسية أو رابطة . وتكون المادة السنجابية :

١ . القعر السنجابي الامامي anterior gray horn الذي يمثل الجزء الحركي من المادة
السنجابية

٢ . القعر السنجابي الخلفي Posterior gray horn الذي يمثل الجزء الحسي من المادة
السنجابية .

٣ . القعر السنجابي الجانبي lateral grey horn الذي يقع بين القعر الامامي والخلفي .
تحتوي المادة السنجابية على عدة نوى التي تعمل كحطبات لاعادة ارسال المنبهات .
وكذلك تكون مصدرا او منشأ لبعض الاعصاب .

ج . القناة المركزية central canal :

حيث توجد في الوسط وعلى طول النخاع الشوكي وتحتوي على السائل النقي
النخاعي الذي يصب في البطن الرابع .

وظيفة النخاع الشوكي :-

يعمل النخاع الشوكي على نقل الدفعات الحسية من اجزاء الجسم الى الدماغ ،
وكذلك على نقل الدفعات الحركية من الدماغ الى باقي اجزاء الجسم . وتم هذه الوظيفة
عن طريق الحزم او المسالك النخاعية . اما الوظيفة الرئيسية الثانية للنخاع الشوكي فهي
تكميل المنعكسات وتجهيزها وأن كلتاوظيفتين ضروريتان لادامة استقرار وتجانس
الجسم في الاستتباب .

المسالك النخاعية Spinal Tracts

تُسمى tract هو حرمه من الالياف العصبية داخل الجهاز العصبي المركزي .
والمسلك قد يسير مسافة طويلة مثلا من اعلى النخاع الشوكي الى اسفله او بالعكس .
وتوجد ايضا مسالك في الدماغ لربط اجزائه بعضها مع البعض وكما سبق ذكره .
المسالك النخاعية التي تحمل الاحاسيس الى الاعلى اي تهتم بالخوافز الحسية تسمى
المسالك الصاعدة .

والمسالك التي تحمل المبهات (الدفعات) من الدماغ الى الحبل الشوكي هي مسالك
حركية تسمى المسالك النازلة .
ان المسالك الصاعدة والنازلة يتبدل على اسائها من منطقة اصلها وموقع انتهائها
وكما هو موضح في الجدولين (١ و ٢) .

المنعكسات Reflexes

المنعكسات هي استجابته سريعة للمتغيرات الداخلية او الخارجية والتي تجعل الجسم
يحافظ على الاستتباب .

ان المنعكسات لا ترتبط بتقلص العضلات الهيكلية فقط ولكن ترتبط ايضا بوظائف
الجسم الاخرى (كسرعة القلب ، والتنفس ، والهضم ، والتبول ، والتغوط) . اي يوجد
بصورة عامة نوعان من المنعكسات :

أ . المنعكسات الجسدية somatic reflexes والتي تؤدي عادة الى تقلص
العضلات الهيكلية .

ب . المنعكسات الحشوية (المستقلة) visceral (autonomic) reflexes :

والتي تؤدي الى تقلص العضلات الملساء او العضلات القلبية او الافرازات الغدية .

قوس المنعكس Reflex arch :

ان المكونات الاساسية لقوس المنعكس تشمل :

أ . المستقبلات receptors : ان نهاية التعضنات او بعض التراكيب الحسية

المنطقة	Location	الدور	Origin	المنشأ	النهاية
Tract	Location	الدور	Origin	Termination	Function
المنطقة - الحسية التي - الحسية Lateral cortex spinal	الحسية تجاذبي	المنطقة الحسية وتتلقى في الحصة في الجزء الاحرق	المنطقة الحسية التي - الحسية الاحرق	المنطقة الحسية التي - الحسية الاحرق	تستقبل المعلومات الحسية من الجسم والبيئة وتعالجها وتنتقلها إلى مناطق أخرى في الدماغ
Anterior (ventral) cortex spinal cortex spinal	الحسية تجاذبي	المنطقة الحسية وتتلقى في الحصة في الجزء الاحرق	المنطقة الحسية التي - الحسية الاحرق	المنطقة الحسية التي - الحسية الاحرق	تستقبل المعلومات الحسية من الجسم والبيئة وتعالجها وتنتقلها إلى مناطق أخرى في الدماغ
الحسية - الحسية Tecto spinal	الحسية تجاذبي	المنطقة الحسية وتتلقى في الحصة في الجزء الاحرق	المنطقة الحسية التي - الحسية الاحرق	المنطقة الحسية التي - الحسية الاحرق	تستقبل المعلومات الحسية من الجسم والبيئة وتعالجها وتنتقلها إلى مناطق أخرى في الدماغ
الحسية - الحسية ventral spinal	الحسية تجاذبي	المنطقة الحسية وتتلقى في الحصة في الجزء الاحرق	المنطقة الحسية التي - الحسية الاحرق	المنطقة الحسية التي - الحسية الاحرق	تستقبل المعلومات الحسية من الجسم والبيئة وتعالجها وتنتقلها إلى مناطق أخرى في الدماغ

المرتبطة بنهاية التفرعات وتلبيتها الاستجابة للتغيرات الداخلية او الخارجية المحيطة بها بواسطة تكوين حافز عصبي في المصون الحسي .

ب . المصونات الحسية sensory neurones : تنقل الحوافز العصبية (الدفعات الحسية) من المستقبلات الى الجهاز العصبي المركزي .

ج . المركز center: هو منطقة في الجهاز العصبي المركزي والذي فيه يتحول الحافز الحسي القادم له الى حافز حركي خارج منه . يقوم المركز بنقل اتجاه الحافز او تثبيطه او تغييره . وقد يكون هناك عضبون ترابط association neurone في المركز الذي يصل بين المصون الحركي والمصون الحسي .

د . المصون الحركي motor neurone : ينقل الدفعات المتولدة في المركز الى اعضاء الجسم المستقلة .

هـ . المستقلة effector : ان الاعضاء المستقلة في الجسم تكون اما عضله او غده تستجيب للحافز الحركي .

هذه الاستجابة تدعى فعل المنعكس او قوى المنعكس النخاعي الجسمي .

تكون المنعكسات على نوعين رئيسين :-

١ . المنعكس وحيد المشبك monosynaptic reflex والذي سوف يرد ذكره لاحقا ضمن موضوع التوتر العضلي .

٢ . المنعكس متعدد المشابك Polysynaptic reflex

يوجد في هذا المنعكس عصبون ترابط فضلا عن المصون الحسي والحركي وبذلك يكون هناك اكثر من مشبك واحد ولهذا سمي هذا المنعكس بمنعكس متعدد المشابك ومثال ذلك منعكس الشني flexor reflex ومنعكس السحب Withdrawal reflex . منعكس الشني ومنعكس البسط المتصالب :

Flexor reflex and crossed extensor reflex

فثلا عندما يوخز القدم بمسامر اثناء المشي يتم سحب القدم بسرعة وبصورة مباشرة من الالم لذا يدعى هذا بمنعكس الشني او احيانا منعكس السحب .

اذ ان المصون الحسي ينقل احساس الالم من المستقبلات الى النخاع الشوكي حيث تتولد دفعة ثانية second impulse في عصبون الترابط ونتيجة تشابكها مع المصون الحركي فانه يؤدي الى تولد دفعة ثالثة عركة تؤدي الى تقلص العضلة فينسحب القدم . ومنعكس السحب يكون مشابها لمنعكس التدد اي يحدث في نفس الجهة من الجسم .

ان عليه سحب الساق المفاجئة تعني اشتراك عدة عضلات ،اي ان انتقال المنبهات (الدفعات) الحركية الى عضلات الاطراف السفلى والعليا من خلال اشتراك عدة عصبونات حركية . اي ان المنبه الحسي الواحد يولد في هذا المنعكس استجابات حركية متعددة . ان بعض هذه المنبهات تنتقل الى الجهة الاخرى من النخاع الشوكي لتنبيه عصبونات حركية في تلك الجهة ينتج عنها تقلص بعض العضلات في الجهة المقابلة وتؤدي الى تمدد الساق وبسطه . ولذلك يسمى هذا المنعكس بمنعكس البسيط المتصالب والذي يحدث في الجهة المقابلة *contralateral* .

ان هذا المنعكس يرافقه دفعات مثبطة لبعض العضلات لكي تساعد على الانسحاب . وهذه المنعكسات يمكن حماية الجسم من الاذى وبنفس الوقت المحافظة على موازنة الجسم وثبوته مما يمنع سقوطه على الارض .

يستفاد من المنعكسات للمساعدة في تشخيص بعض الامراض التي تصيب الجهاز العصبي . ومن هذه المنعكسات :

منعكس الرضفة (نفضة الركبة) *Patellar reflex (Knee jerk)* :

وهو تقلص العضلة رباعية الرؤوس الفخديه كاستجابته للقرع على وتر الرضفة *Patellar tendon* . ان هذا المنعكس يثبط او يختفي في حالة تلف المصبون الصادر (الوارد) الى العضلة او تلف مركز المنعكس (في النخاع الشوكي) في القطعة القطنية الثانية او الثالثة او الرابعة من النخاع الشوكي . ومن الامراض التي تؤدي الى اختفاء هذا المنعكس هو مرض السكري المزمن ومرض الاورعجي العصبي (السفلس العصبي *neurosyphilis*) .

بينما تزداد شدة هذا المنعكس (يتضخم) في الامراض او الجروح التي تصيب المسلك الحسي النخاعي .

منعكس المرقوب (نفضة المرقوب) *Achilles reflex (ankle jerk)* :

ويتضمن انثناء اخمص القدم نتيجة لتقلص عضلة الساق *gastrocnemius muscle* والعضلة النعلية *soleus muscle* كاستجابة للقرع على المرقوب *achilles tendon* . يختفي هذا المنعكس عندما يكون هناك تلف في العصبونات الصادرة (الواردة) لهذه العضلات ، او تلف في الخلايا العصبية للوجوده في المنطقة القطنية - العجزية للنخاع .

الشوكي . كذلك ينعدم هذا المنعكس في المرضى المصابين بداء السكري المزمن والمدمنين على الكحول والمصابين بداء الامريغي العصبي وأحيانا بالزف تحت المنكبوتيه .
وتزداد شدة هذا المنعكس اذا كان هناك ضغط على النخاع الشوكي العنقي أو آفة (Lesion) المسالك الحركية للشدفة العجزية الاولى والثانية للنخاع الشوكي .

المنعكس الاخمي أو علامة بابنسكي *Plantar reflex or Babinski sign*
ان تحفيز الحافة الخارجية لاصبع القدم يؤدي الى تباعد الاصابع واتجاهها الى الاعلى (اي يكون المنعكس ايجابية) ، والذي يعني وجود شيء غير طبيعي اي وجود آفة في المسلك الهني - النخاعي . علما ان هذا المنعكس الايجابي يكون طبيعيا في الاطفال حديثي الولادة وإلى عمر سنة ونصف .
اما المنعكس السلي والذي يتضح بانثناء اصابع القدم وتقاربها بعضها مع بعض فيعني ان المنعكس طبيعي .

المنعكس البطني *abdominal reflex* :

عندما يمسد سطح البطن فانه يؤدي الى تقلص عضلات البطن في تلك الجهة وانحراف السر . ان انعدام هذا المنعكس يرافق آفة للمسلك الهني - النخاعي، او قد يكون ناتجا عن آفة الاعصاب المحيطية أو آفة مركز المنعكس في المنطقة الصدرية للنخاع الشوكي او نتيجة الاصابة بمرض التصلب المتعدد *multiple sclerosis* .

الجهاز العصبي المحيطي *Peripheral Nervous System*

ويتكون من :

١ . الاعصاب القحفية (الاعصاب الدماغية) *Cranial nerves*

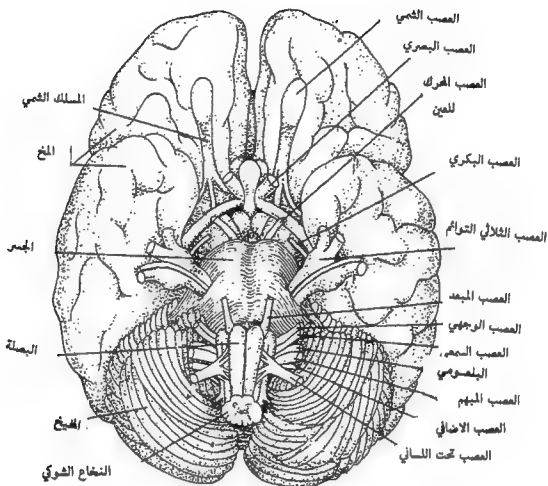
هي اثنا عشر زوجا من الاعصاب تأتي من الدماغ لذلك تسمى بالاعصاب الدماغية وكما هو موضح في الشكل (١٧) . وجميعها تخترق القحف خلال فتحات خاصة عند قاعدة الجمجمة وتختلف عن الاعصاب النخاعية من حيث نشؤها ووظيفتها، قسم منها حسي وقسم منها حركي وقسم منها مختلط (للاحساس والحركة) وقسم منها يحتوى على اليااف لاوديه.

و دخول الاتي يبين اسم كل عصب ورقه واصله ومنطقة خروجه من الجمجمة ووظيفته .

الرقم	الاسم	الاصل	منطقة الخروج من الجمجمة	الوظيفة
١	العصب الشمي olfactory nerve	القحاء المخاطي لاذلق	الصفحة السفوية للحلم الترقيبي	الشم
٢	العصب البصري optic nerve	إفلايا البصرية في شبكية العين	قشرة العصب البصري	الابصار
٣	العصب العصب للعين oculomotor nerve	السماع الأوسط	الشفق المحوري الطولي	أ. حركي يزود كل العضلات الحركية التي باستثناء المنقبضة الوحشية والثالثة العليا كذلك يزود راحة الجفن الطولي . ب. لا يوجد في مصر البؤبؤ والعضلة المحشية .
٤	العصب البصري Trochlear nerve	شفق السماع الأوسط	الشفق المحوري الطولي	حركي يزود العضلة السنية للكل العلي
٥	أ. العصب الثلاثي التوائم Trigeminal nerve ب. العصب العيني ophthalmic nerve ج. عصب الفك العلوي maxillary nerve د. عصب الفك الأسفلي mandibular nerve	الجذور العصبية منطقة الانتعش الدماعية الثالثة شبه الثلاثية	الشفق المحوري الطولي	حسي يزود القرنية العين والفم للمخاطي للجفن لاذلق وحيد الوجه . حسي يزود جلد الوجه جوف الغيب فاني للسان اللامع والاستان . أ. حسي يزود جلد الوجه . ب. حركي يزود عضلات اللسان .

الرقم	الاسم	الاسم	منطقة الخروج	الوظيفة
٦	العصب الميم abducens nerve	المجرى الاسفل للقنطرة الدماغية	العق الجعرجي المعوي	حركي يزود العضلة الجبهية للمستقيم الوحشية
٧	العصب الوجهي facial nerve	المجرى الاسفل للقنطرة الدماغية	القنطرة الخشائية	أ. حسي يزود القزح والقلنج الاماميح للسان. ب. حركي يزود العضلات المسؤولة عن التعبير الوجهي ج. لاوي يزود اللسان النعمية الدماوية تحت الذكوى والنامايه تحت السالكه.
٨	العصب السمي Auditory nerve أو العصب المعلاوي القوقلي Vestibulo - cochlear nerve أ. العصب المعلاوي ب. العصب القوقلي	المخلة السلي للقنطرة الدماغية المخلة السلي للقنطرة الدماغية	القنطرة السميعة السامعية القنطرة السميعة السامعية	حسي - القوازل حسي - الجمع
	العصب السلي البلعومي Glossopharyngeal nerve	المخلة	القنطرة الوباطية	أ. حسي يزود اللسان الخلفي السان (القزح) والبلعوم وافرع منه للجيب السلي. ب. حركي يزود العضلة الاربية. البلعومية.
١٠	العصب للميم vagus	المخلة	القنطرة الوباطية	أ. حسي يزود القنطرة السميعة ب. حركي يزود عضلات البلعوم والجفجرة. ج. لاوي للاحشاء الصدرية والبطنية.

الرقم	الاسم	الاسل	منطقة الخروج من الجمجمة	الوظيفة الوظيفية
11	العصب الإضافي Accessory nerve	العصب	فتحة الزائدية	حركي يزداد العضلة شبه المنعرجة والعضلة القصية الرقوية الخلفية
12	العصب تحت اللساني Hypoglossal nerve	الذق الاعمى الوسطى الطرف والفتحة الخارج من الجمجمة	فتحة اللسان أحد اللسان	حركي - حركة اللسان



الشكل (١٧)
الاعصاب الدماغية

٢ . الاعصاب النخاعية Spinal Nerves

ينبع عدد الاعصاب النخاعية في الانسان واحد وثلاثين زوجاً . ويتم تسميتها وترتيبها حسب مناطق النخاع الشوكي التي تنشأ منها كما هو موضح في الشكل (١٨) وكما يلي -

Cervical nerves	الاعصاب العنقية وعددها ثمانية ارجاع
Thoracic nerves	الاعصاب الصدرية وعددها اثنى عشر زوجاً
Lumber nerves	الاعصاب القطنية وعددها خمسة ارجاع
Sacral nerves	الاعصاب العجزية وعددها خمسة ارجاع
Coccygeal nerves	الاعصاب العصعصية وعددها زوج واحد

ينشأ السروح العنقي الاول بين فقرة الاطلس والعظم القذالي . اما الاعصاب النخاعية الساقية فتعبر العمود الفقري من خلال ثقب بين الفقرات .

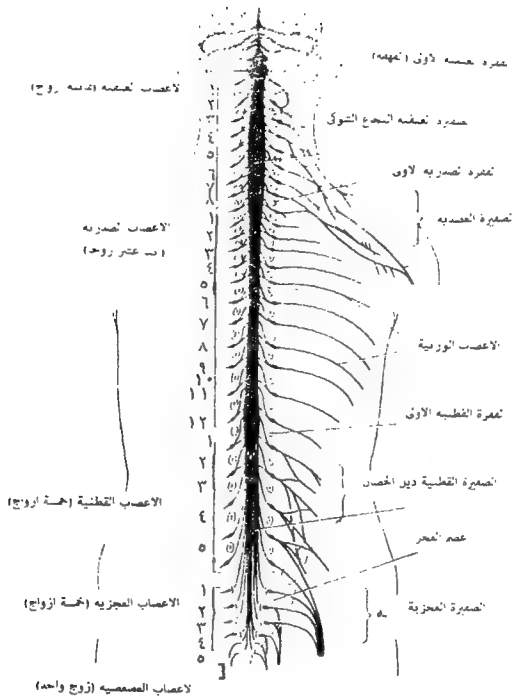
يتكون العصب النخاعي من الجذر الامامي anterior root الذي يتصل بالفقرن الامامي لمخاع الشوكي والجذر الخلفي posterior root الذي يتصل بالفقرن الخلفي لمخاع الشوكي . يلتقي هذان الجذران قرب التقوس بين الفقرتين خارج العمود الفقري فيكون جذع العصب النخاعي

يحتوي الجذر الخلفي على ليف حسية والجذر الامامي على ليف حركي ولذلك يكون العصب النخاعي - عصباً مشتركاً .

يوجد في الجذر الخلفي العقدة الخلفية الظهرية والتي تحتوى على اجساد العصبونات حسية .

يشتمل العصب من حزم من الالياف معظمها ذات غمد نخاعي وكل ليف محاط بنسيج رباط يعرف باسم الغلاف العصبي endoneurium . وان مجموعة من الالياف تكون حزمة Bundle or fascicle وتكون محاطة بنسيج رباط يسمى ظاهرة الحزمة Perineurium وتختلف الحزم الحسية للعصب النخاعي يدعى العمد العصبي epineurium . وتتحد الحزم الحسية بالعمد العصبي عندما يفاد العصب النخاعي النفق الفقري . وبعد ان يفاد العصب النخاعي من خلال الثقب بين الفقرتين يقسم الى :

١ . الفرع الظهرى dorsal ramus الذي يزود العضلات العميقة deep muscles واخذل سطح الظهر .



الشكل (١٨)

الأعصاب الخاغية والاضفر

- ب . الفرع البطني | *ventral ramus* الذي يزود العضلات السطحية للظهر وكل تراكيب الاطراف والقسم الامامي والجانبى للجذع .
- ج . فرع السحايا | *meningeal branch* الذي يرجع مرة ثانية ليدخل الى القناة النخاعية خلال الثقبه .ليزود السحايا والفقرات وربوابط الفقرات والاوعيه الدموية .
- د . الفروع الاتصالية | *communicant rami* والتي تعتبر من مكونات الجهاز العصبي المستقل . حيث حصل ما بين الاعصاب النخاعية والعقد المستقلة .

الضفائير Plexuses

الضفيرة هي شبكة من الاعصاب *network of nerves* .
ان الفروع البطنية للاعصاب الشوكية (عدا الاعصاب الصدرية ١١-٢) لاتذهب مباشرة الى التراكيب التي تزودها بل تتشابهك بعضها مع البعض مكونه ضفائير تصدر منها اعصاب جديدة لتزود اجزاء مختلفة من الجسم وكما هو موضح في الشكل (١٨) .
يرتبط هذه الضفائير ما يأتي :-

١ . الضفيرة الرقبية *cervical plexus* : تتكون هذه الضفيرة من الفروع الامامية للاعصاب النخاعية الرقبية الاربعة الاولى والتي تنشأ منها اعصاب حسية وعمركة لتزود الجلد وعضلات الرأس والرقبة والجزء العلوى من الكتف . وتتحد مع بعض الاعصاب العنقية لتزود الحجاب الحاجز .

٢ . الضفيرة العضدية *brachial plexus* : وتتكون هذه الضفيرة من الفروع الامامية للاعصاب الرقبية الاربعة الاخيرة والفرع الامامي للمصب الصدرى الاول والتي تنشأ منها اعصاب لتزود الاطراف العليا وبعض عضلات الكتف .

٣ . الضفيرة القطنية *lumber plexus*: وتتكون هذه الضفيرة من الفروع الامامية للاعصاب القطنية تنشأ منها اعصاب لتزود جدار البطن الامامي والجانبى والاعضاء التناسلية الخارجية وجزء من الاطراف السفلى .

٤ . الضفيرة المعجزية *sacral plexus* : وتتكون هذه الضفيرة من الفروع الامامية للاعصاب المعجزية وتنشأ منها اعصاب لتزود الاليتين والمجان والاطراف السفلى .

الاعصاب الصدرية (الوربية) Thoracic (intercostal) nerves

ان الاعصاب النخاعية الصدرية ١١.٢ ($T_2 - T_{11}$) لاتدخل في تكوين الضفائر وهذه الاعصاب تدعى الاعصاب الصدرية أو الوربية (أي بين الاضلاع) وتزود مباشرة التراكيب بين الاضلاع .

ان الفروع البطنية للعصب الصدري الثاني تزود العضلات الوربية الموجودة في الحيز الوربي الثاني 2nd intercostal space والجلد الموجود في منطقة الابط و الجزء الخلفي الانسي للذراع .

ان الفروع البطنية للعصب الصدري الثالث - السادس ($T_3 - T_6$) تزود الجلد والعضلات الوربية للجزء الامامي والجانبى لجذع الصدر .

الفروع البطنية للعصب السابع - الحادى عشر ($T_7 - T_{11}$) تزود العضلات الوربية والبطنية والجلد الذي يغطيها .

الفروع للاعصاب الصدرية الوربية تجهز العضلات الظهرية العميقة والجلد في المنطقة الخلفية لمنطقة الصدر .

الشذافات الجلدية Dermatomes

ان الاعصاب النخاعية تزود الجلد الذي يغطي الجسم على شكل قطع (شذفات) ، اي انها تزود مناطق خاصة ثابتة من الجلد . علما ان معظم الجلد في الوجه وفروة الرأس يزود بواسطة العصب القحفي الخامس .

ان الشذافات الجلدية لها فائدة من الناحية السريرية اذ يمكن بواسطتها تحديد موقع الالفه في النخاع الشوكي او تحديد العصب النخاعي المصاب بأفه معينة . ويتم ذلك عن طريق تحفيز منطقة معينة من الجلد وملاحظة عدم الإستجابة لذلك الحافز .

ان اي ضرر او كسر في الفقرات قد يؤدي الى الضرر في النخاع الشوكي او الاعصاب النخاعية ومنها :-

أ . اصابة الفقرات العنقية والتي تؤدي الى قطع النخاع الشوكي في المنطقة العنقية فانه يؤدي الى شلل الاطراف الاربعة (شلل رباعي) quadriplegia .

وفي حالة القطع للنخاع الشوكي بين التضخم العنقي والتضخم القطني فانه يؤدي الى شلل الاطراف السفلى (شلل نصفي) Paraplegia .

ب . النسي sciatica ينتج عن اصابة العصب الوركي sciatic nerve مسببا ألما شديدا على

طول العصب الوري وفروعه . ويكون الالم من الجهة الخلفية للفخذ متجها الى الاسفل وصولا الى الساق في القدم ثم الاصابع .ان من اهم اسباب النسي هو انزلاق الفصروف بين الفقرات القطنية .

٣ . الاعصاب المستقلة (الجهاز العصبي المستقل)

(Autonomic Nervous System)

ينقل الجهاز العصبي المستقل الدفعات الحركية من الجهاز العصبي المركزي الى مختلف الاعضاء المجهزة بالاعصاب المستقلة . أي ان الوظيفة العامة للجهاز العصبي المستقل هي وظيفة حركية .

ينظم الجهاز العصبي المستقل فعالية العضلات للمساء والعضلات القلبية والغدد . يتضح من ذلك انه يسيطر على النشاطات اللاارادية سواء العضلية او الغدية كنظم ضربات القلب وحركة المعدة والامعاء وتنظيم فعالية الغدد المفرزة كالغدد العرقية والغدد الهضمية .

تركيب الجهاز العصبي المستقل :

يتثل تركيب الجهاز العصبي المستقل بصورة رئيسة من المسالك العصبية المستقلة الحشوية الصادرة autonomic visceral efferent pathways لان الالياف العصبية الواردة والتي تنقل الاحساسات من الاحشاء والغدد الى الجهاز العصبي لايعتبرها معظم الباحثين من اجزاء الجهاز العصبي المستقل وانما مضافة ضمن الجهاز العصبي الجمني الحسي المحيطي .

يتألف السلك الحشوي للمستقل الصادر من عصبونين وعقده مستقلة وكما يأتي :-

المعصبون الاول : ويسمى قبل العقدة Preganglionic neurone

ويعد هذا المعصبون من الجهاز العصبي المركزي الى العقد المستقلة . تكون جسم خلية هذا المعصبون واقعة في الدماغ او انخاع الشوكي ويكون محاورها ذا غمد نخاعيني ويسمى المحوار قبل العقدة Preganglionic axon تخرج محاور هذه المعصبونات من الجهاز العصبي المركزي ضمن الاعصاب القحفية او النخاعية ثم تنفصل عنها عند نقاط معينة متجهة الى العقد المستقلة لتكون مشابهة مع فصينات المعصبونات الثانية .

العصبون الثاني : ويسمى أيضا بالعصبون بعد العقدة Postganglionic neurone حيث يكون موقعة خارج الجهاز العصبي المركزي . يقع جسم هذا العصبون في العقدة المستقلة وله سوار عديم النخاعين ويسمى بالمحوار بعد العقدة Postganglionic axon والذي ينتهي في المستفعله الحشوية Visceral effector .

العقدة المستقلة autonomic ganglion :

تمثل هذه العقدة موقع اشتباك محوار عصبون قبل العقدة بغصينات العصبون بعد العقدة ، فضلا عن كونها مركزا لتجمع اجسام الخلايا العصبية الذاتية الموجودة خارج الجهاز العصبي المركزي . وتقسّم الى ثلاثة عمامج :
أ . العقد جنب الفقار او العقد الجانبيه Paravertebral or Lateral ganglia وهي سلسلة من العقد تقع على جانبي العمود الفقري تمتد من قاعدة الجمجمة الى العنق . تتسلم هذه العقد الالياف العصبية من الجهاز الودي الصدري - القطني

Thoraco - lumbar sympathetic system

ب . العقد قبل الفقار او العقد الجانبيه Prevertebral or collateral ganglia وهي ايضا تمتد الى الجزء الودي من الجهاز المستقل ومثال ذلك العقدة الجسوفية Celiac ganglion والسايريقيه العليا والفقلى Superior and inferior mesenteric ganglia . تتسلم هذه العقد بصورة عامة الالياف العصبية قبل العقدة من الجزء الودي الصدري - القطني .

ج . العقد الانتهازية او العقد داخل الجدار Terminal or intramural ganglia تنتهي هذه العقد الى الجزء اللاودي من الجهاز العصبي المستقل وتقع في نهاية المملك الحشوى الصادر . حيث تكون قريبة من الاعضاء أو الاحشاء المستفعله أو داخلها . تتسلم هذه العقد الالياف قبل العقد من الجهاز العصبي اللاودي القحفي - المعزى Cranio - sacral parasympathetic nervous system بما ان موقع هذه العقد يكون قريبا من العضو الذي تؤثر عليه لذلك تكون الالياف بعد العقدة قصيرة جدا .

يتضح مما سبق كيف يتم نقل الدفعات العصبية من الجهاز العصبي المركزي بواسطة الجهاز العصبي المستقل (العصبون قبل العقدة والعقدة المستقلة والعصبون بعد العقدة) لتصل الى المستفعله الحشوية . وهذا ايضا يوضح بأن الجهاز العصبي المستقل

لا يقوم بوظيفته بصورة مستقلة أو ذاتية بكل معنى الكلمة وإنما يكون أيضا تحت تأثير الجهاز العصبي المركزي .

ولتوضيح وظيفة وعمل الجهاز العصبي المستقل يقسم الى جزئين رئيسين وهما الجهاز العصبي الودي واللاودي .

الجزء الودي sympathetic division

ان اجسام عصبونات الالياف الودية قبل العقدة تقع في الجزء الجانبي السنجاني للنخاع الشوكي الصدري والشدفة الاولى من الجزء القطني. تكون الالياف قبل العقدة ذات غمد نخاعي وتغادر النخاع الشوكي خلال الجذور الامامية للاعصاب النخاعية . وبعد مغادرة العصب النخاعي الثقبه بين الفقرات تنفصل الالياف قبل العقدة منه مكونه فروعاً اتصالية بيضاء (نخاعية)

White rami communicantes

لتصل الى اقرب عقدة من عقد الجذع الودي sympathetic trunk على نفس الجانب .

يتكون الجذع الودي من ٢٢ عقدة على جانبي العمود الفقري وتكون على شكل سلسلة من العقد . على الرغم من ان هذه العقد تمتد من العنق الى المنطقة المعجزية الا انها تسلم الياف قبل العقدة فقط من الجزء الصدري والشدفة الاولى والثانية من الجزء القطني للنخاع الشوكي . كذلك يخرج من هذه العقد فروع تسمى الفروع الاتصالية السنجانية gray rami communicantes والتي تتصل مع الاعصاب النخاعية .

وتقسم عقد الجذع الودي الى :-

١ . العقد العنقية cervical ganglia وعددها ثلاث عقد وتشمل على :

أ . العقد العنقية العليا حيث تخرج منها الالياف بعد العقدة لتزود منطقة الرأس كالغدد العرقية والعضلات للمساء للعين والاورعية الدموية للوجه والغدد المعايه والغشاء المخاطي للأنف .

ب . العقد العنقية الوسطى : تخرج منها الالياف بعد العقدة لتزود القلب .

ج . العقد العنقية السفلى : تخرج منها الالياف بعد العقدة لتزود القلب ايضا .

٢ . العقد الصدرية Thoracic ganglia : وعددها احدى عشرة عقدة . تخرج منها الالياف بعد العقدة لتزود الرئة والقلب والقضبات الهوائية والاحشاء الصدرية .

٢ . العقد القطنية (Lumber ganglia) وعددها أربع والعقد العصصية (coccygeal ganglia) وعددها أربع أيضا . حيث تخرج من هذه العقد الالياف بعد العقد نزود الاحشاء في منطقة البطن والحوض من خلال انتشارها مع الاعصاب النخاعية بواسطة الفروع الاتصالية السجائية أو من خلال اتصالها بالصفيرة الخثلية hypogastric plexus بواسطة فروع حشويه تتصل مباشرة من العقد الى الصفيرة .
ان بعض الالياف قبل العقد لاتنتهي في عقد الجذع الودي وإنما تجتمع لتكون اعصابا ومنها :-

أ . الاعصاب الحشويه Splenchnic nerves التي تنتهي في العقد الجوفية (البطنية) ومنها تنتشر الالياف بعد العقد الى الاحشاء كالمعدة والامعاء والكبد والكليتين والطحال .
ب . الاعصاب الجوفية الحشويه التي تنتهي في العقد الخثلية ومنها تخرج الالياف بعد العقد لتزود القولون والمستقيم والثانة والاعضاء التناسلية .
الجزء اللاودي Parasympathetic division :

ان اجسام عصبونات الالياف اللاودية قبل العقد تقع في جذع الدماغ وكذلك في المنطقة الجانبيه (القرن الجانبي) للنخاع الشوكي . اي ان الالياف اللاودية تخرج كجزء من الاعصاب القحفية او كجزء من الجذر الامامي للاعصاب النخاعية المعجزيه ولهذا يسمى الجزء اللاودي من الجهاز العصبي المستقل بالجزء القحفى - المعجزى Cranio - sacral division .

أ . القسم القحفى اللاودي :

ان الياف هذا القسم تغادر جذع الدماغ مع العصب الثالث والسابع والتاسع والعاشر . وتتصل هذه الالياف (قبل العقد) بالمعد اللاوديه التي تقع بالقرب من الاعضاء التي تزودها او داخلها ومن هذه العقد :-

١ . العقد الهدبية Cilliary ganglion وتقع في ظهر الحجاج وعلى جانب العصب البصرى . تصل هذه العقد الالياف قبل العقد مع العصب الثالث . ثم تخرج منها الالياف بعد العقد لتزود خلايا العضلات للمساء في كرة العين .

٢ . العقد الجناحيه - الخنكية Pterygo - palatine ganglion وتقع في جانب الثقبه الودديه الخنكية Spheno - palatine foramine وتتسلم الالياف قبل العقد من العصب السابع . وتخرج منها الالياف بعد العقد الى الاغشية المبطنه للأنف والحنك والبلعوم والقده الدمعيه .

٣ . العقدة تحت الفك السفلي Submandibular ganglion وتقع بالقرب من قناة الغدة اللعابية تحت الفك السفلي . وتتسلم هذه العقدة الالياف قبل العقدة بواسطة العصب السابع ومنها تخرج الالياف بعد العقدة لتزود الغدة اللعابية تحت اللسان وتحت الفك السفلي .

٤ . العقدة الاذنيه otic ganglion : وتقع تحت الفتحة البيضيه للمجمعه وتتسلم الالياف قبل العقدة من العصب التاسع ثم ترسل الالياف بعد العقدة الى الغدة اللعابية النكفيه .

ان الجزء الكبير من الجزء القحفي اللاودي يغادر الدماغ مع العصب المبهم ويمثل حوالي ٨٠٪ من الجهاز اللاودي (القحفي والعجزي) . يكون كل عصب مبهم عدة عقد او ضفائر لاودية لتجهز الاعضاء والتراكيب الموجودة في الصدر والبطن . فعند مرور العصب المبهم في الصدر يكون الضفيرة القلبية cardiac plexus التي تزود القلب ويكون الضفيرة الرئوية pulmonary plexus التي تزود الرئتين والقصبات الهوائية . كذلك يكون عدة ضفائر في البطن والحوض لتجهز الاحشاء والاعضاء الموجودة كالكلبد والمثانة والمعدة والامعاء الصغيرة والكلية وقسم من الامعاء الكبيرة .

ب . القسم العجزي اللاودي : يتسلم هذا القسم الياف قبل العقدة من الجذر الامامي للاعصاب التخاعمية العجزيه . حيث تتجمع الالياف لتكون الاعصاب الحشويه الحوضيه التي تمر بالعقدة الحثليه ومنها تخرج الالياف بعد العقدة لتزود القولون والحالب والمثانة والاعضاء التناسليه .

يتضح مما سبق ان العقد اللاودية تقع بالقرب من الاعضاء التي تزودها لذلك تكون الالياف بعد العقدة قصيرة جدا وهذا يختلف عن الالياف الودية بعد العقدة والتي تكون اطول نسبيا لان العقد الودية تكون بعيدة عن الاعضاء التي تزودها .

ان بعض الاعضاء تتسلم الایمازات العصبية من الجزئين الودي واللاودي اذ يكون عادة عمل هذين الجزئين متعاكسا ، فمثلا الایماز الودي للقلب يزيد سرعة القلب والایماز اللاودي يبطئه ، بينما اللاودي للجهاز الهضمي يزيد فعاليته اما الایماز الودي فيبطئه .

وملخص فعاليات الجهاز المستقل مبينه في الجدول الاتي :-

المضو المستعمل او الجهاز	التحفيز الودي	التحفيز اللاودي
العين	توسع	تضييق
الذؤبؤ	لا يوجد تمصّب	تتقلص لتتكيف العدسة للنظور القريب .
المضلة الهديية	يزيد سرعة وقوة التقلص	يشبطها
القلب	يوسع الاوعية التاجيه	يضيقتها
الاوعية الدموية	يضيقتها	لا يوجد تمصّب
الجلدية	يوسعها	لا يوجد تمصّب
العضلية	يضيقتها	لا يوجد تمصّب
الحشوية	يوسع القصبات	يضيقتها
الرئتين	يزيد الافراز (التعرق)	لا يوجد تمصّب
القدد	يقلل الافراز (الدمع) لتقص	يزيد الافراز
المركية	الاوعية الدموية.	يزيد الافراز (لتوسع الاوعية
الدمعية	يقلل الافراز (اللعاب)	الدموية) .
اللماييه	لتقلص الاوعية الدموية.	يزيد الافراز
المخيمية	يقلل الافراز لتقلص الاوعية	
الدموية .	يقلل الافراز لتقلص الاوعية	يزيد الافراز
المشكله	الدموية	

التحفيز اللاودي	السحيم الودي	المصو تستعمل او المهر
لا يوجد تعصيب	يزيد افرازها	نسب الكثرية
لا يوجد تعصيب	يزيد افرازها	قشرة الكظرية
يزيدها	يشبطها	الجهاز الهضمي
يشبطه	يزيده	الحركة (المعدة والامعاء)
زيادة تحلل الفليكوجين	زيادة تكون الفليكوجين	توتو المصرة
ريادة افراز الصفراء	يقلل افراز الصفراء	الكبد
لا يوجد تعصيب	التقلص فيندفع الدم الى جهاز الدوان	الطحال
لا يوجد تعصيب	يقلل البول لتقلص الاوعية الدموية	الكلى
الافراغ (انبساط المصريات الماخلية)	المنح بالامتلاء لارتقاء العضلات وزيادة قوتها	المثانة
النعوض (erection)	الدفق ejaculation	الاعضاء التناسلية
(توسع الاوعية الدموية)	(تقلص الحويصلة المنوية والاسهر والبروستات)	الذكر
	انتهاء النعوض (تقلص الاوعية الدموية)	
نعوض البظر وزيادة الافرازات .	التجمع المكسي (reverse uterine peristalsis)	الانثى

التركيب الوظيفي العام للجهاز العصبي

بعد دراسة تركيب اجزاء الجهاز العصبي وفعاليته ، سوف يوضح هذا الفصل كيف تقوم هذه الأجزاء المختلفة بالتنسيق والتعاون بعضها مع البعض لاختار الوظائف الرئيسية العامة للجهاز العصبي وهي :-

- ١ . تسلم المعلومات الحسية .
- ٢ . نقل الدفعات الحركية التي ينتج عنها حركة او افراز .
- ٣ . تكامل بعض الفعاليات التي تهتم بالذاكرة والنوم والعاطفه .

تسلم المعلومات الحسية :

تقسم الحواس بصورة رئيسة الى :

الحواس العامة general senses كاللمس والالام .

ولكي تتم عملية الاحساس يجب ان تتوفر المواصفات الآتية :

أ . المنبه (المحفز) stimulus : ومثال ذلك المنبهات الحرارية والضوئية والكيميائية والحركية . اذ ان هذه المنبهات يجب ان يكون لها القدرة على ازالة استقطاب غشاء المستقبل .

ب . المستقبلات او الاعضاء الحسية receptors وهي التي تلتقط الحافز الحسي وتحولة الى حافز عصبي . وتكون هذه المستقبلات حساسة جدا للتغيرات الداخلية والخارجية .

ج . التوصيل conduction : اي ان الحافز يجب ان يتم نقله بواسطة الطرق او المسالك الواردة من المستقبلات الى الدماغ او النخاع الشوكي .

د . الترجمة : translation : اي ان الجهاز العصبي يجب ان يترجم الحافز الى الشعور بالاحساس .

المستقبلات الحسية

هناك العديد من المستقبلات الحسية ومنها البسيط جدا كتنفصات المصنونات الموجودة في الجلد والتي لها القابلية على تحسس منبهات الالام . او قد تكون معقدة جدا كالمستقبلات الموجودة في العين . ومهما تنوعت المستقبلات فان جميعها تحتوي على تنفصات المصنونات الحسية ، اما وحده او مع خلايا من انبجى اخرى . وتصنف المستقبلات حسب موقعها او حسب المنبهات التي تتحسس بها وكما يأتي :-

أ . انواع المستقبلات حسب موقعها :-

١ . المستقبلات الخارجية exteroceptors : تقع هذه المستقبلات قرب سطح الجسم لتزوده بالمعلومات عن المحيط الخارجي ، كـ مستقبلات اللمس والضغط والحرارة والألم والضوء والذوق والسمع .

٢ . المستقبلات الداخلية أو الحشوية enteroceptors or visceroreceptors تقع هذه المستقبلات في الاوعية الدموية والاحشاء والتي تزود الجسم بالمعلومات عن محيطه الداخلي . ومن هذه الحواس العطش والجوع والألم والتعب والضغط والدوار .

٣ . المستقبلات العميقة Proprioceptors : تقع هذه المستقبلات في العضلات والأوتار والمفاصل والأذن الداخلية حيث تزود الجسم بالمعلومات حول وضعه وتوازنه وحركته عن طريق التحسس بشدة توتر العضلات وشدة توتر المفاصل وموضعها .

ب . انواع المستقبلات حسب نوع المنبهات التي تتحسس بها :-

١ . المستقبلات الالية mechanoreceptors : وتتحسس بالمتغيرات الالية للمسقبله نفسها او الخلايا المجاورة لها كـ اكتشاف حوافز اللمس والضغط والتذبذبات والسمع والتوازن وضغط الدم .

٢ . المستقبلات الحرارية thermoreceptors والتي تتحسس بتغيرات درجة الحرارة .

٣ . المستقبلات الكيمياءوية chemoreceptors وتشمل المستقبلات التي تتحسس بالمتغيرات الكيمياءوية كـ مستقبلات الذوق والشم . وكذلك المستقبلات التي تتحسس بالمتغيرات التي تحصل في تركيز الاكسجين وثنائي اكسيد الكربون والسكر والماء .

الترجمة Translation

ان ان الجهاز العصبي يجب ان يترجم المنبه الذي يصل اليه الى الشعور بالاحساس او ادراك الاحساس . اذ ان المنطقة الحسية في قشرة الدماغ هي التي تقوم بهذا العمل . وان بعض المنبهات الحسية التي تنتهي في النخاع الشوكي او جذع الدماغ اللذين يستجيبان لها بارسال دفعات محركة ولكن لايقومان بعملية ادراك او وعي الاحساس . اما للمهاد فبأمكانه التقاط احساس الالم . ولكنه لا يستطيع ان يميز شدتها او موقع منشئها اذ ان العملية هي وظيفة المناطق الحسية في قشرة المخ .

اذ اننا نرى ونسمع ونشمع بالالم في المخ لانه هو الذي يفسر المنبهات القادمة من المستقبلات وكذلك يحدد مواقع هذه المنبهات الحسية بعضها عن البعض الاخر .

قد يحتفي احيانا الادراك بالمنبهات الحسية على الرغم من استمرارية وجودها وهذه الظاهرة تسمى التمود adaptation كوضع الحلقة في الاصبع او لبس القبعة او الحذاء او السباحة في الماء (البارد او الحار) .

ولكن احيانا الاحساس بالمنبه حتى بعد زواله وهي عكس التمود ومثال هذا النظر الى ضوء ساطع عند غلق العينين يستمر الشخص برؤية الضوء لعدة ثوانٍ أو دقائق بعدها .

التوصيل (المسالك الحسية | Sensory pathways)

ان عملية نقل الحواس الى الجهاز العصبي المركزي تتم خلال العديد من المسالك التي تصل الى المخ (المسالك الحسية) او الى الخييج (المسالك الحسية) .

اولا : المسالك الحسية : cerebral tracts

ان الاحساس تنتقل من المستقبلات الى الجهاز العصبي المركزي بوساطة مسلكين رئيسيين وهما المسلك العمودي الظهري والمسلك النخاعي للمهادي وكما يأتي :-

١ . المسلك العمودي الظهري posterior column pathways ويتكون هذا المسلك من ثلاثة عصبونات :-

١ . العصبون الاول : يربط هذا العصبون المستقبل مع النخاع الشوكي والبصلة في نفس الجهة من الجسم . ويكون موقع جسم هذا العصبون في عقدة الجذر الخلفي . يتشابك هذا العصبون مع العصبون الثاني .

ب . العصبون الثاني : الذي يمر من البصلة الى المهاد . ويقع جسم هذا العصبون في النواة الناحلة او النواة الوتدية في البصلة ، ولكن قبل ان تصل محاور هذه العصبونات الى المهاد تتصلب الى الجهة الأخرى من البصلة حيث تدخل في الشريط الوسطي medial lamniscus الذي ينتهي في المهاد حيث يتشابك مع العصبون الثالث .

ج . العصبون الثالث : الذي ينتهي في المنطقة الحسية لقشرة المخ . ان هذا المسلك يحمل منبهات من المستقبلات الحسية العميقة واللس الخفيف والاهتزاز وكذلك التمييز بين نقطتين .

٢ . المسلك النخاعي المهادي Spinothalamic Pathway ويتكون من ثلاثة عصبونات ايضا . الاول يربط المستقبلات في العمق والجذع والاطراف مع النخاع الشوكي . ويقع جسم هذا العصبون في عقدة الجذع الخلفية ، ويتشابك مع العصبون الثاني الذي يقع جسمه في القرن الخلفي من النخاع الشوكي . ان الياف العصبون الثاني تتصلب الى الجهة الثانية من النخاع الشوكي وتوجه الى الاعلى اي الى جذع الدماغ في المسلك النخاعي المهادي الجانبي او المسلك النخاعي المهادي الامامي . ان محاور العصبون الثاني ينتهي في المهاد حيث يتشابك مع العصبون الثالث والذي تنتهي اليافه (محاوره) في المنطقة الحسية لقشرة المخ . يحمل هذا المسلك المنبهات الحسية للام والحرارة وكذلك اللمس الخشن والضغط . ولتوضيح ماسبق ذكره نورد مسالك لبعض الحواس :

مسلك الالم والحرارة Pain and temperature pathway :

ويسمى ايضا المسلك النخاعي المهادي . اذ يتم نقل منبهات الالم والحرارة من مستقبلاتها الخاصة بوساطة العصبون الاول الى القرن الرمادي الخلفي في نفس الجهة من النخاع الشوكي . وفي هذا القرن يكون العصبون الاول متشابكاً مع العصبون الثاني ثم يتصلب العصبون الثاني الى الجهة الاخرى من النخاع الشوكي

ليصبح جزءاً من السلك النخاعي المهادي الجانبي الواقع في المادة البيضاء الحابسية .
يتجه العصبون الثاني الى الاعلى ليصل الى النواة البطينية الخلفية الجانبية من المهاد
حيث يتم فيها الشعور العام بالآلام او الحرارة . ثم ينتقل المنبه الحسي من المهاد
بواسطة العصبون الثالث خلال المحطة الداخلية الى باحة الترابط الحسية الجديدة
لقشرة المخ حيث يتم تحليل المنبه الحسي بالتحديد الدقيق عن المصدر ونوع الآلام
او الحرارة وشدها .

مسلك اللمس الخشن والضغط crude touch and pressure pathway

ان السلك العصبي الذي ينقل هذه المنبهات هو السلك النخاعي المهادي
الامامي . يتم نقل هذه المنبهات بواسطة العصبون الاول الى القرن السنجابي
الظهري في نفس الجهة من النخاع الشوكي . يكون في هذه المنطقة العصبون الاول
مشبكاً مع العصبون الثاني ثم يتصلب عوار العصبون الثاني الى الجهة الاخرى من
النخاع الشوكي ليصبح جزءاً من السلك النخاعي المهادي الامامي الواقع في العمود
الابيض الامامي . ثم يتجه عوار العصبون الثاني الى الاعلى ليصل الى المهاد (النواة
البطينية الخلفية الجانبية) ، حيث يكون مشبكاً مع العصبون الثالث الذي يتجه
الى قشرة المخ خلال المحطة الداخلية وبذلك يتم ادراك المنبه .

مسلك الاهتزازات واللمس الخفيف والاحساس العميق :

ان السلك الحسي الذي ينقل هذه المنبهات الحسية يدعى السلك العمودي
الظهري . ان العصبون الاول لهذا السلك لا ينتهي في القرن الخلفي وانما يتجه الى
الاعلى في العمود الابيض من النخاع الشوكي حتى يصل الى النواة الناحلة والوتديه
في البصلة حيث يكون مشبكاً مع العصبون الثاني . ان عوار العصبون الثاني
تتصلب الى الجهة الثانية من البصلة وتتجه الى الاعلى خلال الشريط الوسطي
(وهي امتدادات للآلياف البيضاء التي تمر خلال البصلة والجسر والدماغ المتوسط) .

يكون العصبون الثاني مشبكاً مع العصبون الثالث في المهاد (النواة الخلفية البطينية) ،
ومنه تنتقل الدفعات (المعلومات) الى قشرة المخ (المنطقة الحسية الجسمية) ، حيث يتم تمييز
الحواس المختلفة ، وهذه الحواس تشمل بصورة عامة :

أ . اللمس الخفيف : حيث تحديد موقع اللمس وكذلك التمييز بين نقطتين two - point discrimination .

ب . اللمس الجسم steroignosis : حيث يتم بواسطة اللمس التعرف على شكل الجسم وحجمه وتركيبه Size, shape and texture .

ج . اللمس العميق (اللمس السناني) proprioception حيث يتم بواسطة معرفته معرفة موضع اجزاء الجسم واتجاه حركتها .

د . تمييز وزن الجسم weight discrimination .

هـ . التحسس بالاهتزازات .

ثانيا: المسالك الحسية المخيخية Cerebellar sensory tracts ومنها :

١ . المسلك النخاعي المخيخي الخلفي Posterior spinocerebellar tract . وهو مسلك غير متصل بمحمل المنبهات التي يتم باحساس العضلات تحت الوعي (الذاتية) subconscious muscular senses والتي تنظم المنعكسات التي يتم بشد العضلات وتوترها ووضع الجسم .

ان المنبهات تنشأ من العصبونات التي تقع بين المستقبلات العميقة الموجودة في العضلات والمفاصل والاورتار . وتكون هذه العصبونات مشابهة في القرن الخلفي مع العصبونات التي تتجه الى الاعلى في نفس الجهة من العمود الالبيض الجانبي للنخاع الشوكي حيث تدخل في المسلك المخيخي الخلفي ثم الى المخيخ من خلال السويق المخيخي الاسفل inferior cerebellar peduncle لتنتهي في القشرة المخيخية . ثم من المخيخ ترسل دفعات الى الاسفل (النخاع الشوكي) بواسطة عصبونات تكون بدورها مشابهة مع العصبونات المحركة السفلى Lower motor neurons في القرن الامامي والتي تنتهي في العضلات .

٢ . المسلك النخاعي المخيخي الامامي anterior spinocerebellar tract :

ان العصبونات الحسية الموجودة في المستقبلات العميقة تكون ايضا مشابهة مع العصبونات الموجودة في القرن الخلفي للنخاع الشوكي والتي تكون للمسلك النخاعي المخيخي .

ان بعض الالياف (معاوير) تتصلب الى الجهة الثانية من النخاع الشوكي والبقية تتجه

الى الاعلى في نفس الجهد خلال المسلك النخاعي المخيخي الامامي وتمر خلال جذع الدماغ الى الجسر ثم الى المخ من خلال السويق المخيخي الاعلى .
وهذا يتم ايضا نقل الحواس اللاشعورية من العضلات خلال نوعين من الالياف (متصالبة وغير متصالبة) الى قشرة المخ .

المسالك الحركية Motor Pathways

بعد تسلم المنبهات الحسية بواسطة الجهاز العصبي يتم تفسيرها ثم بعد ذلك يكون دفعات حركية استجابة للمنبهات الحسية .
ان المناطق الحركية الرئيسية في الدماغ هي قشرة الدماغ والعقدة القاعدية والتكوين الشبكي والمخيخ .
وكما ذكر في المناطق الحسية الجسمية من قشرة المخ فان نسبة تمثيل العضلات في المنطقة الحركية (الليف قبل المركزي) من قشرة المخ تختلف من منطقة الى اخرى ولا تعتمد على حجم العضلات وانما تعتمد على مدى دقة الحركة لتلك العضلة فمثلا ان الالهام والشفة والاصابع واللسان والحبال الصوتية تمثل بمناطق كبيرة في قشرة المخ وبينما الجذع يمثل بمنطقة صغيرة .
ان الدفعات الحركية الارادية تنتقل من الدماغ الى النخاع الشوكي بواسطة طريقين رئيسيين وهما :-

اولا : المسالك الهرمية Pyramidal tracts :

ان المسلك الذي يحمل الدفعات من قشرة المخ الى العضلات يتكون من جزأين رئيسيين وهما :-

- أ . العصبون الحركي الذي يحمل الدفعات من قشرة المخ الى نواة العصب التحفي او الى نواة العصب النخاعي في النخاع ويسمى العصبون الحرك العلوى Upper motor neuron .
 - ب . العصبون الحرك الذي ينتهي في العضلات ويسمى العصبون الحرك السفلي .
- ومسالك النظام الهرمي هي كما يأتي :-

١ . المسلك النخاعي الجانبي Lateral corticospinal tract :

ان عصبونات هذا المسلك تبدأ من النقطة الحركية وتنزل خلال المحفظة الداخلية الى البصلة حيث تتصلب الى الجهة الثانية وتنزل في العمود الجانبي الابيض للنخاع الشوكي لتكون مشابك مع عصبونات الترابط الصغيرة في القرن الامامي . وهذه العصبونات تكون مشابك مع العصبونات المحركة السفلى في القرن الامامي والتي تخرج مع الجذر الامامي للعصب النخاعي لتنتهي بالعضلة الهيكلية .

٢ . المسلك النخاعي الامامي anterior spinothalamic tract

ويمثل هذا المسلك حوالي ١٥% من العصبونات المحركة العليا التي لاتتصلب في البصلة وإنما تستمر بالنزول في نفس الجهة في العمود الابيض الامامي حيث يتم اتصالها في النخاع الشوكي وفي نفس المستوى تكون مشابك مع عصبونات الترابط التي بدورها تكون مشابك مع العصبونات المحركة السفلى في القرن الامامي والتي تنتهي في العضلات الهيكلية .

٣ . المسلك القشري البصلي Corticobulbar tract

يبدأ العصبون المحرك العلوى من القشرة الحركية الخفية ثم ينزل خلال المحفظة الداخلية الى جذع الدماغ حيث يتصلب وينتهي في انوية الاعصاب القحفية (الثالث والرابع والخامس والسادس والسابع والتاسع والعاشر والحادى عشر والثاني عشر).

ثانيا : المسالك خارج الهرمي Extrapyramidal tracts

وتشمل كل المسالك النازلة عدا المسالك الهرمية . اي تتكون من المسالك التي تنشأ من العقدة القاعدية والتكون الشبكي ومنها يأتي :-

١ . المسلك الحاروي النخاعي Rubrospinal tract :

حيث يبدأ في النواة الحمراء من الدماغ المتوسط (اي بعد ان يتسلم من الخيخ) ثم يتصلب لينزل في العمود الابيض الجانبي على طول النخاع الشوكي . ويحمل الدفصات التي تنظم شد العضلات الهيكلية وموضعا .

٢ . للمسلك السقي النخاعي tectospinal tract

حيث يبدأ في الاكوية العلوية من الدماغ المتوسط . وبعد ان يتصلب الى الجهة

الاحرى ينزل في العمود الالبيض الامامي حيث يدخل في القرن النخاعي لمسطقة العقية من النخاعي الشوكي . ويقوم بنقل الدفعات التي تنظم حركة الرأس استنادا للحوافر البصرية .

٣ . المسلك الدهليزي النخاعي vestibulospinal tract

ويبدأ من النواة الدهليزية في البصلة . ثم ينزل في نفس الجهة من النخاع الشوكي (في العمود الالبيض الامامي) وينتهي في القرن الامامي .
ان هذا المسلك يقوم بنقل الدفعات التي تنظم شدة العضلات الهيكلية استجابة لحركة الرأس . اي انه يؤثر تأثيرا مهما في توازن الجسم .
أفة العصبونتين الحركيتين العليا والسفلى

Upper and lower motor neurone Lesion

ان أفة العصبون المحرك السفلي او مرضه يؤدي الى انعدام الحركة وانعدام المنعكسات في العضلات التي يزودها . اذ تبقى العضلات في حالة مرتخية وتسمى هذه الحالة بالشلل الرخو Flaccid paralysis .

بينما تميز أفة العصبون المحرك العلوى بتقلص العضلات الهيكلية التي يزودها وشدها مع تضخم في المنعكسات . ويكون منعكس بابنسكي ايجابيا (أي انشاء القدم الى الاعلى عند تحفيز باطن القدم) . وتسمى هذه الحالة المرضية بشلل التشنجي

Spastic paralysis

الفصل الثالث فزيولوجيا الجهاز العضلي

- ١ - المقدمة .
- ٢ - العضلات الهيكلية .
 - التشريح الفزيولوجي للعضلة الهيكلية .
 - الوحدة الحركية والموصل العصبي العضلي .
 - آلية التقلص العضلي .
 - النفثة العضلية .
 - تعب العضلة .
 - الصل .
 - الضمور العضلي .
 - الضخامة العضلية .
 - الشلل العائلي الدوري .
 - الوهن العضلي الوبيل .
 - الحثل العضلي .
- ٣ - العضلات الملساء .
 - العضلات الملساء متعددة الوحدات .
 - العضلات الحشوية .

الجهاز العضلي Muscular System

المقدمة :

ان النسيج العضلي هو المسؤول عن تحريك الجسم او تحريك اجزائه بعضها بالنسبة للبعض . ويتم ذلك عن طريق التقلص Contraction الذي ينتج عنه قصر الالياف العضلية (Muscle Fibers) وزيادة ممكنها .
والحركة في الجسم ضرورية لادامة الحياة فيه ، حيث يتمكن من ملائمة نفسه لمحيطه والقيام بمختلف فعالياته .
ويمكن تحديد النتائج المهمة لتقلص النسيج العضلي في الاتي :-

١ . الحركة بنوعيهما والتي تشمل حركة الجسم الكلية (كالمشي والركض) وحركة الجسم للموضعية (كسك القلم وانحناء الرأس) .
وانواع الحركات تعتمد على تناسق عمل كل من العظام والمفاصل، ومناطق اتصال العضلات بالعظام . وهناك حركات لا تجلب الاهتمام مثل حركة الطعام في السبيل الهضمي وتقلص المرارة لافراز مادة الصفراء وتقلص للشانه لافراغ البول وضربات القلب الخ .

٢ . المحافظة على وضعية الجسم . ان تقلص النسيج العضلي يمكن الجسم من المحافظة على وضعه المستقر . اي ان تقلص العضلات الهيكلية يضع الجسم في حالة ثبوت وسكون كالذي يحدث في حالة الوقوف او الجلوس .

٣ . انتاج الحرارة - ينتج عن تقلص العضلات الهيكلية حرارة . وتستخدم تلك الحرارة المنتجة في المحافظة على درجة حرارة الجسم .
تصنف العضلات الى ثلاثة اصناف رئيسة لكل صنف تركيبه الخاص المميز له وكذلك مظاهره الوظيفية الخاصة به والمتمثلة بالحركة والتي تختلف باختلاف كل عضله :-

١ . العضلات الهيكلية Skeletal Muscles - سميت بالعضلات الهيكلية لكونها تتصل باجزاء الهيكل العظمي وتقوم بتحريكه وتسمى ايضا بالعضلات الارادية Voluntary Muscles لانها تقع تحت سيطرة الجهاز العصبي المركزي بصورة تامة وكلية وهذا مما يجعلها تحت السيطرة الارادية مما يمكن الشخص من التأثير على شدة حركاتها

وانجاهها ونوعها ، كما انها ايضا تسمى بالعضلات المخططة Striated Muscles لانها تظهر تحت المجهر مخططة عرضيا . وكذلك تسمى العضلات الهيكلية بعضلات التارين Muscles of Exercises لكونها تستخدم في اداء التارين الرياضة .

٢ . العضلة القلبية Cardiac Muscle - تكون هذه العضلة جدران القلب وهي مخططة ولا ارادية Involuntary muscle لكونها لا تكون تحت السيطرة الحسية حيث ان وجود الاعصاب الودية واللاودية لتنظيم فعاليتها فقط لكون التقلص فيها عضلي المنشأ (Myogenic) وسيم شرحها بصورة تفصيلية ضمن جهاز الدوران .

٣ . العضلات الحشوية (Visceral Muscles) سميت بالعضلات الحشوية لانها تكون جدران الاحشاء الداخلية كالعدة والامعاء والرحم والمثانة والبولق والاوعية الدموية الخ . وتسمى ايضا بالعضلات اللساء (Plain Muscles) او العضلات اللاعظطة (Unstriated Muscles) لانها لا تظهر تخطيطا عرضيا . كما انها عضلات غير ارادية كالعضلة القلبية .

العضلات الهيكلية

تسمية العضلات الهيكلية :

تسمى العضلات الهيكلية بأسماء معينة حسب نظم خاصة تعتمد على الوظيفة والعمل اللذين تؤديها أو موقعها أو شكلها أو حجمها أو اتصالاتها .

١ . التسمية الوظيفية :- تسمى العضلات بأسماء تدل على العمل الذي تقوم به مثل عضلات الثني كالمعضلة الثانية للأصابع *Flexor Digitorum muscle* .

٢ . التسمية الموقعية :- تسمى العضلات حسب موقعها في الجسم مثل العضلة الضنبوية الأمامية (*Tibialis Anterior muscle*) والتي تقع امام عظم الضنوب .

٣ . التسمية التي تعتمد على عدد نقاط اتصالها بالأصل (*Origin*) مثل العضلة ثنائية الرؤوس (*Biceps muscle*) والعضلة ثلاثية الرؤوس (*Triceps muscle*) .

٤ . التسمية الشكلية :- تسمى العضلات بأسماء لها علاقة بشكلها مثل العضلة شبه المنحرفة *Trapezius muscle* .

٥ . التسمية الاتصالية - تسمى العضلات بالنسبة لمناطق اتصالها أو ارتكازها في الجسم مثل العضلة القصبية الترقوية الحشائية *Sternocleidomastoid muscle* . التي تنصل من الاعلى بالناتئ الحشائي للعظم الصدغي اما من الاسفل فتتصل بعظمي الترقوة والقص .

٦ . التسمية المشتركة :- تسمى العضلات بالنسبة لصفتين من الصفات التي سبق ذكرها مثل العضلة باسطة المعصم الكعبريه - وهذه التسمية تمثل عمل العضلة واتصالها .

شكل العضلات

تتباين العضلات في اشكالها طبقا للعمل الذي تؤديه وخصوصا القوة التي تنتجها ووصف الحركة التي يجب ان تولدها لهذا تنتظم حزم الالياف العضلية في انماط معينة لكل عضلة طبقا لوظيفتها وعملها وحسب موقعها مما يؤمن لها قوة العمل والمحافظة على الالياف من التلف أو المحافظة على اجزاء معينة خلف العضلة . وتصنف العضلات الهيكلية حسب تنظم اليافها الى ثلاثة اصناف رئيسة كما في الشكل (١٩) :-

اولا : المتوازية Parallel - تنتظم الالياف بشكل متواز وشكل العضلة اما رباعي الاضلاع او على شكل شريط كما في العضلة الحياطيية Sartorius muscle .

ثانيا : المغزلية Fusiform - تشمل العضلات ذات التنظيم المغزلي الشكل حيث تتباعد الالياف من الاصل وتتقارب عند وسط العضلة نحو المغرز Insertion ومعظم عضلات الاطراف من هذا النوع كالعضلة ذات الرأسين العضدية Biceps Brachii muscle

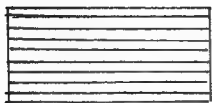
ثالثا : الريشة Pennate - تنتظم الالياف بشكل يشبه تنظيم الريشه حيث تتجه بصورة مائلة من الاصل الى المغرز فاذا كانت من جهة واحدة فان التنظيم يسمى احادي الريشة unipennate كما في العضلة المثنية للابهام الطويلة Flexor pollicis longus muscle او من جهتين فان التنظيم يسمى ثنائي الريشه Bipennate كما في العضلة المستقيمة الفخذية Rectus femoris muscle او من ثلاثة جوانب او اكثر فان التنظيم يسمى متعدد الريشة multipennate كما في العضلة الدالية Deltoid muscle .

ان التنظيم الريشي للالياف في العضلة يجعل مدى حركتها محدودا بسبب قصر الحزم الليفيه ولكن بسبب وجود العدد الكبير من هذه الحزم في مساحة محدودة فانها تولد قوة تقلص كبيرة . بينما التنظيم المتوازي للالياف هو تنظيم ضعيف موازنه مع التنظيم الريشي ولكن تستطيع العضلة ذات التنظيم المتوازي ان تقصر حوالي ٥٧% من طولها الرئيس ولهذا تكون مدى حركتها كبيرا .

انواع المثلثات الميكانيكية حسب تنظم اليا لها

الشكل (١٩)

١ . المتوازية



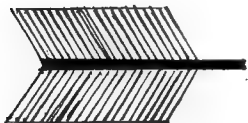
٢ . المثلثية



٣ . احادية الريشة



٤ . ثنائية الريشة



٥ . ثلاثية (متعدد) الريشة



التشريح الفزيولوجي للعضلة الهيكلية Physiological Anatomy of the skeletal muscle

تكون العضلات الهيكلية مايقارب نصف وزن الجسم. والعضلة الهيكلية الواحدة كما في الشكل (٢٠) تتكون اساسا من الخلايا العضلية (الالياف) والنسيج الضام (connective tissue) . حيث تحاط العضلة الهيكلية بنسيج ضام يسمى صفاء العضلة (Epimysium) يحافظ عليها من المؤثرات الخارجية ، ويزداد سمكه في المناطق المعرضة للصدمة .

الالياف العضلية في كل عضله تترتب على شكل مجموعات تسمى بالحزم (fasciculi) وتحاط كل حزمه بنسيج ضام يسمى بفلاف الحزمة العضلية (Perimysium) اما النسيج الضام الذي يحيط بالليف العضلي الواحد ويسمى بفلاف الليف العضلي (Endomysium) والذي يربط الالياف العضلية بعضها مع البعض .

توفر تلك الطبقات من النسيج الضام منطقة اسناد لمرور الاعصاب والاورعية الدموية واللفافية من وإلى الالياف العضلية ، كما ان الخاصية المرنة للعضلة يعود معظمها لتلك الطبقات من النسيج الضام .

اما غلاف الليف العضلي (غمد الليف العضلي Sarcolemma) فيتألف من الغشاء البلازمي والذي يشبه الغشاء البلازمي لخلايا الجسم الاخرى ، وطبقة خارجية من متعدد السكريد مشابه للغشاء القاعدي الذي يحيط بالاورعية الدموية الشعرية كما توجد البائف غراوية بروتينية في الطبقة الخارجية لغمد الليف العضلي وتلك الالياف تندمج بسمحاق العظم Periostum حيث تكون منطقة الاتصال تلك القاعدة لتحريك العظم .

يحتوى الليف العضلي على عدة نوى ذات مواقع محيطية اي تلي غمد الليف العضلي مباشرة ويتناسب عددها مع حجم الليف .

هيولى الخلية العضلية (Sarcoplasm) يحتوى على اعداد كبيرة من المتقدرات والتي تنتظم بشكل طولي بين اللييفات العضلية (Myofibrils) حيث تؤمن الطاقة الضرورية التي يحتاج اليها الليف العضلي . كذلك يحتوى الهيولى على مواد اخرى مثل شوارد كل من (الكسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد) وأتب وفسفات الكريتين وسكر الغلوكوز .

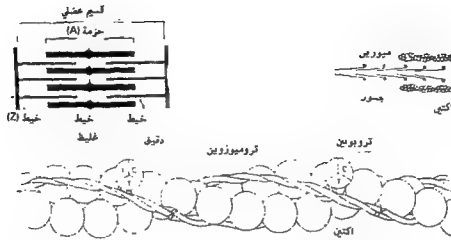
شبكة الهيولى العضلية (Sarcoplasmic Reticulum)

تؤثر تلك الشبكة تأثيراً مهماً في عملية التقلص العضلي حيث تظهر بشكل مكثف في العضلات سريعة التقلص . والشبكة الهيولية العضلية مشابهة للشبكة الهيولية للخلايا الأخرى . وتتألف من أنابيب دقيق مرتبة بشكل طولي إموأز للليفات . وتنتهي نهايتها كل أنبوب من أنابيب تلك الشبكة بصهر يجين Cisternae . وهذه الصهاريج هي بالحقيقة مخازن لشوارد الكالسيوم داخل الليف . كما توجد شبكة أخرى من أنابيب دقيقة تسمى بالنيبيات المستعرضة T-Tubules وتظهر تلك على شكل انبعاجات من الغشاء البلازمي لليف حيث تحتوى تلك النيبيات على السائل الخلالي مما يجعله يحيط بالليف . ووظيفة النيبيات المستعرضة تتضمن نقل الفعل الكامن من غمد الليف العضلي إلى داخل الليف . حيث تؤدي النيبيات المستعرضة وظيفة رئيسة في عملية اقتران الاستشارة - التقلصية Excitation - contraction coupling في العضلات الهيكلية للشديدات . تقع النيبيات المستعرضة في مناطق اتصال حزم (A) وحزم M والتي سوف يرد ذكرها بصورة تفصيلية لاحقاً لهذا أن كل قسم عضلي (Sarcomere) يحتوى على اثنتين من النيبيات المستعرضة كما أن كل نيب من النيبيات المستعرضة يصنع مع الصهر يجين على جانبيه ما يسمى بالثلث (Triad) .

الليفات العضلية : - تحتوي هيولى الخلية العضلية على الليفيات وهي مرتبة بشكل مواز لمحور الطولي للخلية العضلية ويفصل الواحدة منها عن الأخرى ١٨٠ أنفستروم وقطر الليفة يبلغ حوالي الميكرومتر الواحد . أما عدد الليفيات في الليف العضلي فيعتمد على حجم الليف حيث يتراوح من عدة مئات في الليف الواحد الصغير إلى عدة آلاف في الليف الكبير . واللييفة العضلية تتكون من نوعين من الخيوط العضلية Myofilaments وكما هو موضح في الشكل (٢١) .

نوع غليظ Thick Filaments يبلغ عدده حوالي ١٥٠٠ ونوع دقيق Thin Filaments يبلغ عدده حوالي ٣٠٠٠ . يكون بروتين الميوزين (Myosin) .

الخيوط الغليظة وهو ذو وزن جزيئي كبيراً يبلغ (٥٠٠,٠٠٠) وجزيئه الميوزين في الخيط الغليظ تتكون من سلسلتين متماثلتين من عديد الببتيد Identical polypeptide chains . يوجد في نهاية واحدة من كل سلسلة رأس بروتيني كروي الشكل يحتوي على أنظم أتباز (ATP ase) الذي يقوم بتحليل أتب والذي ينتج عنه طاقة تستخدم في عملية التقلص .



الشكل (٢١)

الحبيوط الغليظة والدقيقة

وهذه الرؤوس البروتينية الممتدة من الميوزين تمثل الجسور التي تتصل بوساطتها الحبيوط الغليظة بالحبيوط الدقيقة وتترتب تلك الجسور بشكل حلزوني يحيط بالحبيوط الغليظة (باستثناء المركز) بحيث تبعد الواحدة عن الأخرى حوالي ١٤٠ أنفستروم . وترتبط هذه الجسور بالحبيوط الدقيقة بنقاط تبعد الواحدة عن الأخرى بحوالي ٤٣٠ أنفستروم . الحبيوط الدقيقة - تتكون من ثلاثة أنواع مختلفة من البروتين تشمل :

- ١ . الأكتين Actin ذات وزن جزيئي ٦٠,٠٠٠ وهي جزيئات كروية الشكل تكون صفين ملتوين كالظفيرة .
 - ٢ . التروبوميوزين Tropomyosin - وهي خيوط طويلة موهضعة في الاخدود بين صفين سلسلي الأكتين . وزنها الجزيئي يبلغ ٧٠,٠٠٠ ويمتد بأنه أثناء فترة الراحة تقطعي خيوط التروبوميوزين النقاط التي ترتبط بها جسور الميوزين بالأكتين .
- يبلع عدد جزيئات التروبوميوزين في الحيط الدقيق من (٦٠-٤٠) جزيئة بينما يبلغ عدد جزيئات الأكتين في هذا الحيط (٤٠٠-٣٠٠) جزيئة .

٢ . التروبونين Troponin وهي وحدات صغيرة كروية الشكل موضوعة على طول خيوط التروبوميوزين وذات وزن جزيئي قدره (٥٠٠٠٠) وكل وحدة من التروبونين تتألف من ثلاث جزيئات بروتينية كروية الشكل تشمل ، الجزئية الاولى (Troponin - T) يتثل عملها يربط التروبونين بالتروبوميوزين ، والجزئية الثانية (Troponin - I) يتثل عملها بمنع ارتباط جسر الميوزين بالاكيتين .
الجزئية الثالثة (Troponin - C) وهي تمثل المنطقة التي لها القابلية على الارتباط بشوارد الكالسيوم والتي تؤدي وظيفة مهمة في عملية التقلص .
والليف العضلي يظهر تحت المجهر غططا عرضيا حيث تتناوب اشرطه فاتحه اللون واشطره غامقة اللون على طوله ويعود ذلك للتداخل الجزيئي بين الخيوط الغليظة والخيوط الدقيقة .

والاشطرة او المساحات الفامقة تسمى بحزم (A) متباينه الخواص (Antisotropic) اما الاشطرة او المساحات الفاتحه فتسمى بحزم (I) متشابه الخواص (Isotropic) يظهر في وسط حزمة (A) شريط فاتح اللون يسمى منطقة (H) وفي وسط تلك المنطقة يظهر خط غامض يسمى خيط (M) وحزمة (A) يبلغ طولها ١.٥ ميكرومتر وسمكها ١١٠ انغستروم وتحتوى على الخيوط الغليظة وكذلك الخيوط الدقيقة عدا منطقة (H) والتي تقع بين نهايات الخيوط الدقيقة . اما خيط (M) فيبرز من الانتفاخات المتكونة في مراكز الخيوط الغليظة حيث يربط الخيوط الغليظة ويحافظ عليها في وضعها الاعتيادي .

ان حزمة (M) يبلغ طولها حوالي ميكرومتر واحد وسمكها ٥٠ - ٦٠ انغستروم وتحتوى على الخيوط الدقيقة كما يقسمها خط غامق يسمى بالخط (Z) وهو شبكه تتكون من نهايات الخيوط الدقيقة والمسافة المحصورة بين خطين متماقيين من خطوط (Z) تسمى بالقسم العضلي وهي مسافات ثابتة على طول اللييف حيث يتراوح طولها بين ١.٥ - ٢.٥ ميكرومتر ويعتمد ذلك على درجة تقلص اللييف وانبساطه تصبح ضيقه عند تقلص اللييف .

ان هيويل اللييف العضلي يحتوى على مواد بروتينية عديدة فضلا عن البروتينات التي سبق ذكرها مثل M-Protein و Actinin ويعتقد بأن تلك البروتينات تحافظ على نظام الخيوط الغليظة والخيوط الدقيقة بالشكل المتعارف عليه .

العضلات الهيكلية تحتوى على كيات متباينة من الميوجلوبيين Myoglobulin ولذلك تصنف الالياف العضلية الى صنفين اساسيين هما :-

- ١ . الالياف العضلية الحمراء : تحتوي على كميات كبيرة من الميوجلوبين الضارب للحمرة الذي يوفر غزونا اضافيا من الاكسجين ولكون تلك الالياف تحتوي على اعداد كبيرة من المتقدرات كذلك وبسبب التجهيز الدموي الجيد لها الذي يزودها بكميات كبيرة من الاوكسجين فان ذلك يجعلها قادرة على انتاج كمية كبيرة من أتب بعملية التحلل الجيهوائي للسكر والذي تنتج عنه كميات قليلة من الحمض اللبني وتلك الاسباب فأن العضلات الحمراء عند الرياضيين تؤهلهم على الاستمرار في النشاط العضلي لفترات طويلة كالجرى لمسافات طويلة .
- ٢ . الالياف العضلية البيضاء : تحتوي على كميات قليلة من الميوجلوبين وكذلك على اعداد قليلة من المتقدرات لهذا فأنها تؤهل الرياضيين الى النشاط عضلي لفترات قصيرة كالجرى لمسافات قصيرة والتي تتطلب جهدا عنيفا ومفاجأ .

اتصالات العضلات Muscle Attachments

تتصل العضلات بعضها مع البعض وبالجسد بواسطة نسيج ضام ليفي مثل العضلات التعبيرية في الوجه (Muscles of Expression) والعالية العظمى من العضلات تتصل بالعظام بواسطة انسجة ضامه ليفيه تسمى بالاورتار (Tendons) والاورتار ذات اشكال وحجوم متباينه تبعا لتباين العضلات . وغالبا ما تترتب الياف الوتر على شكل حزم او حبال تنفرز بسحق العظم مخلفة ارتفاعا واضحا على سطحه . اما اذا التصقت العضلة مباشرة بالعظم ويدون وتر وباليافها العضلية فأن منطقة الاتصال تكون ملساء ناعمه وعموما بدون علامه واضحة . كذلك تتصل العضلات بعضها مع بعض او مع العظام بواسطة السفاق العضلي (Aponeurosis) والمترتبه اليافه على شكل صفائح مسطحه . كما ان بعض العضلات تتصل بالفصاري (Cartilages) كما هو الحال بعضلات صندوق الصوت (Voice Box) . وتتصل معظم العضلات بعظمين مختلفين ، ويسمى الاتصال الاقل حركة الاصل ويسمى الاتصال الاكثر حركة المفرز حيث ان الاصل غالبا مايبقى ثابتا ، اما المفرز فيمثل الارتكاز الذي يتحرك باتجاه خط سحب الالياف العضلية نحو الاصل .

توجد العديد من الحالات التي يتغير فيها الاصل والمفرز من حيث الحركة حيث يتحرك الاصل ويبقى المفرز ثابتا كما حالة العضلة اللوية الوسطى Gluteus

Medius Muscle

التجهيز العصبي والدموي Nerve and Blood supply

تجهز العضلة الهيكلية تجهيزاً جيداً بالأعصاب والأوعية الدموية وهذا التجهيز يرتبط ارتباطاً مباشراً مع الصفة الوظيفية للعضلة والمثلث بالتقلص . يتم تقلص الخلية العضلية عادة نتيجة لوصول الدفعة من عصبها المحرك . وتتطلب عملية التقلص كمية معينة من الطاقة تحصل عليها عادة من المواد الغذائية وبوجود الأكسجين المزود لها بواسطة الدم. كما أن مخلفات عملية الاستقلاب يقوم الدم بنقلها إلى الأعضاء المتخصصة في الجسم لطرحها .

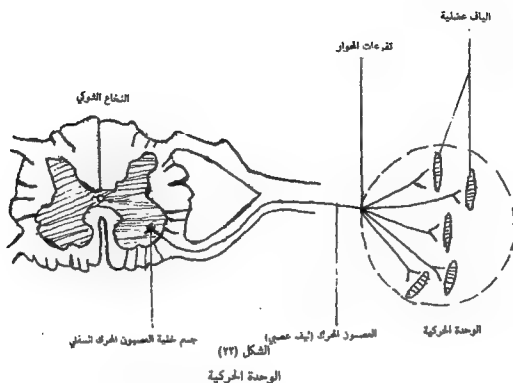
تجهز العضلة بصورة عامة بشريان واحد ووريد واحد أو أكثر مرافقين لكل عصب يدخل العضلة الهيكلية . أن التفرعات الكثيرة للأوعية الدموية تصاحب تفرعات العصب خلال نسيج العضلة الضام ، بينما تكون الأوعية الدموية المجهرية والتي تسمى بالشعيرات مرتبطة بغلاف الليف العضلي أو موجودة فيه . لهذا أن كل خلية عضلية تكون على اتصال مع واحد أو أكثر من الأوعية الدموية .

الوحدة الحركية والموصل العصبي العضلي

Motor Unit And Neuromuscular Junction

تفذي العضلات الهيكلية أعصاباً جسمية محركة تنشأ أليافها من الخلايا العصبية في القرن الأمامي للنخاع الشوكي ومن نوى الأعصاب القحفية المحركة . وتعتمد العضلات الهيكلية كلياً في عملها على الدفعات الدفقات العصبية التي تبدأ حركة العضلات وتنظم شدتها ولهذا فإن التقلص في العضلات الهيكلية عصبي المنشأ Neurogenic . أن الخلية العصبية في القرن الأمامي للنخاع الشوكي وليفها تكون ما يسمى بالعصبون المحرك السفلي ، والليف العصبي عند دخوله إلى العضلة يتفرع إلى عدة فروع ليزود ما بين ٥ - ٢٠٠٠ من الألياف العضلية ويكون الليف العصبي والألياف العضلية التي زودها ما يعرف بالوحدة الحركية Motor Unit . كما هو موضح في الشكل (٢٢) .

تتباين العضلات الهيكلية في عدد وحداتها الحركية (من عدة مئات إلى عدة آلاف من الوحدات الحركية) كذلك يتباين عدد الألياف العضلية في الوحدات الحركية للعضلات ويعتمد ذلك على نوع العمل الذي تؤديه العضلة . فالعضلات التي تستخدم لأداء حركات مرهقة ودقيقة ومسيطر عليها بدقة وإحكام تحتوي وحداتها الحركية على أقل عدد ممكن من الألياف العضلية كما هو الحال في العضلات المحركة للجفن والعضلات



الحركة للمعين وبناء على ذلك فإن التوتر الذي تولده تلك العضلات مسيطر عليه بدقه واحكام لان شدة التقلص تزيد او تقل بكية قليلة جدا بسبب صغر الوحدات الحركية . وبالمقابل فالعضلات المستخدمة لتوليد قوة تقلص كبيرة كما في عضلة الساق تحتوي وحداتها الحركية على المئات من الالياف العضلية لهذا ان شدة التقلص في تلك العضلة تزداد بكميات كبيرة وهذا يوضح عدم قدرتها على توليد الحركات الرقيقة والرهفه موازنة بالعضلات ذوات الوحدات الحركية الصغيرة .

وتقوم كل الالياف العصبية الصادرة الى العضلات الهيكلية بعمل المنبه لتلك العضلات وتسبب تقلصها حيث لا توجد الياف عصبية صادرة الى العضلات الهيكلية عند تنبيهها تسبب الارتخاء موازنة مع العضلة القلبية والعضلات الملساء والتي تزود بنوعين من الالياف العصبية ، النوع الاول يعمل منها والنوع الثاني يعمل مثبطا وبناء على ذلك فالعضلة الهيكلية تتقلص بسبب الدفعات الصادرة لها من عصبها الحركي اما ارتخاؤها فينتج بسبب قلة وصول الدفعات العصبية لها او انقطاعها .

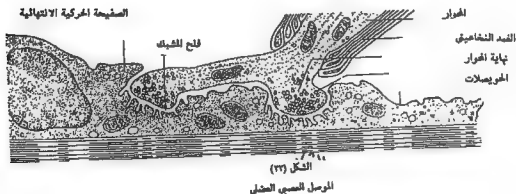
تتداخل الالياف العصبية مع الالياف العضلية ضمن تنظيمين اثنين هما :-

التنظيم الاول ، مما سبق ذكره ان العضلة تقسم الى وحدات حركية وكل وحدة يزودها ليف عصبي واحد وظيفته السيطرة على عمل تلك الوحدة وتنظيمه . فاذا نبه ذلك الليف العصبي بمنبه فسوف ينتج عن ذلك تقلص جميع الالياف العضلية في تلك الوحدة . واذا ازداد قوة المنبه لتنبه ليفا عصبيا اخر ينتج عن ذلك تقلص الالياف العضلية في الوحدة الحركية المزود لها بذلك الليف مما يسبب زيادة في قوة التقلص . كما ان قوة التقلص تزداد عند تنبيه وحدات حركية اخرى وهذا مما يفسر ظاهرة التدرج في قوة التقلص العضلي والعضلة ممكن ان تؤدي اكبر قوة تقلص عند تنبيه جميع وحداتها الحركية باستعمال المنبه الاعظمي Maximal Stimulus . اما اذا زادت قوة المنبه (اكثر من الاعظمي) ففي هذه الحالة لا يمكن توليد قوة تقلص اشد من قوة التقلص التي ولدها المنبه الاعظمي ويعود السبب لعدم وجود وحدات حركية اخرى لتنبيهها . وفلا عن ذلك فالوحدة الحركية تخضع لقانون الكل او العدم حيث اذا نبه ليفها العصبي تنبيهها كافيا فان التقلص يشمل كافة الالياف العضلية في الوحدة الحركية . ولهذا تعتبر الوحدة الحركية اصغر وحدة وظيفية في العضلة .

التنظيم الثاني ، يشمل الموصل العصبي العضلي

Neuro - muscular or Myoneural Junction

وكما هو موضح في الشكل (٢٢) حيث ينبه الليف العضلي من خلال منطقة الموصل العصبي العضلي . فالدفعة في الليف العصبي المحرك تنبه الالياف العضلية في الوحدة الحركية بوساطة الناقله الكيمياوية وهي الاستيل كولين اي لا ينتقل التيار الكهربائي (الدفعة) مباشرة من الليف العصبي الى الالياف العضلية في الوحدة الحركية .



منطقة الموصل العصبي العضلي مشابهة من حيث الوظيفة للشبك العصبي الكيماوي والاليف العصبية في الاعصاب المحركة هي ذوات نخاعين وتفقد في مناطق موصلها في الاليف العضلية . ان المنطقة التي تتقارب عندها نهاية الليف العصبي مع غمد الليف العضلي تسمى منطقة الموصل العصبي العضلي وعادة تكون قرب منتصف الليف العضلي وتتميز بتركيبين اساسيين هما نهاية الليف العصبي والصفحة الحركية الانتهازية (Motor End Plate).

يتفرع كل ليف عصبي في العصب المحرك حيث يكون كل تفرع توسعا يدعى بالبصلة الانتهازية (Terminal Bulb) التي تحتوى على اعداد كبيرة من الميتوكوندريا والتي تقوم بتزويد الطاقة الضرورية للصناعة المستمرة لمادة الاستيل كولين التي تخزن في حويصلات الشبك الموجوده في البصلة الانتهازية ، يتشنغ غمد الليف العضلي (في منطقة الموصل العصبي العضلي) ويتصف بالتعرجات الكثيرة ليكون شقوقا تتوضح فيها نهايات الليف العصبي . والتعرجات تلك تزيد من المساحة السطحية لغمد الليف العضلي مما يوفر مدى اوسع لعمل الناقله الكيماوية لتنبيه الليف العضلي . وتعرف التعرجات في غمد الليف العضلي بالصفحة الحركية الانتهازية والتي تحتوى على انظم كولينستيراز Cholinesterase الذي يحلل مادة الاستيل كولين ويبطل تأثيرها . لا يوجد ارتباط مباشر بين البصلة الانتهازية والصفحة الحركية الانتهازية حيث يوجد حيز ضيق يدعى فلق المشبك يفصل بينهما ويتراوح عرضه بين ٢٠٠ - ٣٠٠ انغستروم وعلموه بمادة السائل الخلالي . فعندما تصل الدفعة الى نهاية الليف العصبي تسبب زيادة في نفوذية غشاء البصلة الانتهازية لشوارد الكلسيوم في السائل الخلالي ، وبسبب دخول شوارد الكلسيوم الى البصلة الانتهازية. يلحم عدد من حويصلات المشبك بالغشاء وتفتح الى منطقة فلق المشبك لتحرر مادة الاستيل كولين (الناقله الكيماوية) حيث تعبر مادة الاستيل كولين فلق المشبك لترتبط بمستقبلاتها في الصفحة الحركية الانتهازية ونتيجة لهذا الارتباط تزداد نفوذية الصفحة الحركية الانتهازية لشوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم مما ينتج عن ذلك ازالة استقطاب الصفحة الحركية الانتهازية ويسمى الفعل المولد بكامن الصفحة الانتهازية End Plate Potential والذي يسبب ازالة استقطاب المناطق المجاورة له من غشاء الليف العضلي مولدا دفعة فيها تنتقل على طول غشاء الليف . اما الناقله الكيماوية فبعد تنبيهها للصفحة الحركية الانتهازية تحلل بوساطة انظم كولينستيراز والذي يشطرها الى الكولين وحض الخليك بعد حوالي ٢ - ٣ ميلي ثانية من ارتباطها بالمستقبلات .

المعاقير التي تؤثر على مرور الدفعات عبر الموصل العصبي العضلي :

١ . المعاقير التي تنبه الانسجة العضلية والتي يشبه تأثيرها تأثير مادة الاسيتيل كولين :-
توجد العديد من المركبات الكيماوية والتي لها نفس تأثير مادة الاسيتيل كولين على
الالياف العضلية مثل الميتاكوولين (Methacholine) والنيكوتين (Nicotine)
والكارباكول (Carbachol) وهذه المركبات لاتأثر بأنظم كولينيستيزاز واحيانا له
تأثير محدود عليها لذلك يزال تأثير تلك المواد ببطء . فلو وضعت تلك المركبات
على الالياف العضلية فسوف يبقى تأثيرها من عدة دقائق الى عدة ساعات .

٢ . المعاقير التي تعطل انتقال الدفعات عبر الموصل العصبي العضلية :- تشمل تلك
المعاقير مجموعة الكيوراريفورم (Curariform Drugs) وتتصف تلك المجموعة
بقابليتها على الارتباط بمستقبلات مادة الاسيتيل كولين في الصفحة الحركية
الانتهازية مما يمنع ارتباط مادة الاسيتيل كولين بمستقبلاتها ، لهذا ان مادة
الاسيتيل كولين التي تحررها الدفعة العصبية لاتستطيع التأثير على نفوذية غشاء
الصفحة الحركية الانتهازية لكل من شوارد الصوديوم والبوتاسيوم لان التغير في
النفوذية تلك يعتمد على ارتباط مادة الاسيتيل كولين بمستقبلاتها ولذلك فإن
تأثير هذه المجموعة من المعاقير يسبب الشلل الرخو .

٣ . المعاقير التي تمنع من انتقال الدفعات عبر الموصل العصبي العضلية وذلك بتعطيل
تأثير انظم كولينيستيزاز مما تمنع تحليل مادة الاسيتيل كولين والتي تحررها الدفعات
العصبية مما يسبب حالة التشنج العضلي Muscle spasm ومن هذه المعاقير غاز
الاعصاب (Diisoprophyl fluoro phosphate) والذي له تأثير ممت حيث يعطل
تأثير انظم كولينيستيزاز لعدة اسابيع . اما المركبات الاخرى مثل الفايوستيكنين
(Physostigmine) والنيوستيكنين (Neostigmine) . فتأثيرها يعتمد على مقدار الكمية
الستعملة منها . فلو وضعت كمية قليلة من تلك المركبات على الليف العضلي
لاحدثت ازالة استقطاب موضعية في عدة نقاط منتجة دفعات جديدة مما يسبب
التشنج . ولكن لو استعملت كميات كبيرة منها فإن الليف العضلي يصاب بحالة
ازالة استقطاب مستمرة وهذا تنعدم قابليته على توليد دفعات جديدة مما يجعله
يصاب بحالة الرخو .

آلية التقلص العضلي Mechanism of muscle contraction

العضلة الهيكلية تتقلص او تقصر نتيجة لاستجابتها للتنبيه الذي يصل اليها من عصبها المحرك والذي تنشأ اليافه من القسم الارادي في الجهاز العصبي المركزي .

يتم تنبيه الليف عادة في الصفحة الحركية الانتهاية مولدا موجة ازالة الاستقطاب التي تنتقل على طول غشاء الليف ثم تنتقل هذه الموجه الى غشاء الشبكة الهيولية بوساطة النبيبات المستعرضه التي تبعد عن غشاء الشبكة الهيولية ١٢٠ أنفستروم .

ان موجة ازالة الاستقطاب (الفعل الكامن) تحرر شوارد الكليسيوم من مخازنها في الشبكة الهيولية الى مصورة (بلازما) Plasma الليف العضلي والتي تطلق عليه التقلص .

أن ظاهرة ازالة الاستقطاب والتي تتبعها مباشرة موجة التقلص تسمى بعملية الاقتران الاثارية - التقلصية ، وهي موضحة في الشكل (٢٤) .

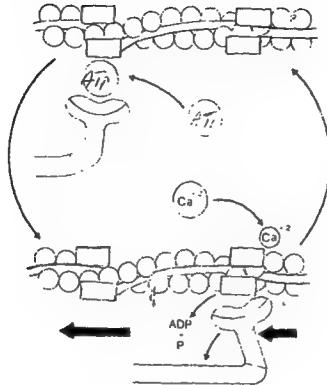
ان تقلص الليف العضلي او قصره يتم نتيجة لانزلاق الخيوط الدقيقة على الخيوط الغليظة حيث تبقى حزم (A) ثابتة عند التقلص بينما تتقارب خطوط (Z) بعضها من البعض لذا تضيق حزم (I) وهنا تتداخل نهايات الخيوط الدقيقة المتقابلة بعضها مع البعض لتسد خط (H) ويحدث العكس عند الارتخاء حيث تتباعد خطوط (Z) بعضها عن البعض وتوسع حزم (I) .

تبدأ عملية التقلص بانزلاق الخيوط الدقيقة على الخيوط الغليظة والتي تم بسبب ارتباط جوار الميوزين مع الاكتين ساحبة اياه باتجاه مركز القسم العضلي ثم ينقطع الاتصال بين جوار الميوزين والاكتين لتعود تلك الجسور لترتبط بالاكتين في نقاط تبعد قليلا عن نقاط الاتصال الاولى . تتكرر تلك العملية اي عملية اتصال جسور الميوزين بالاكتين ثم سحبها للاكتين وانقطاعها عنه . وفي كل عملية يقصر الليف ١ ٪ من طوله وهذه الطريقة تتم عملية التقلص اي بتكرار الانفصال والاتصال والسحب للجوار المتعددة التي توصل الميوزين بالاكتين .

اما كيفية اتصال جسور الميوزين بالاكتين وسحبها اياه باتجاه مركز القسم العضلي موضحة في الشكل (٢٥) .

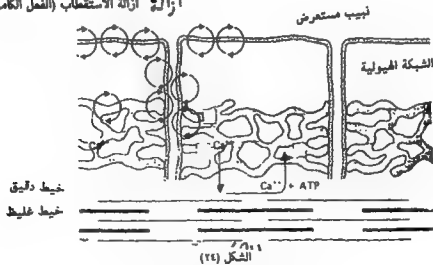
وتم على الوجه الاتي :-

ان انزلاق الاكتين على الميوزين يحدث في عدة مراحل قبل بدء عملية اتصال جسور الميوزين بالاكتين . ترتبط انب مع جوار الميوزين وكذلك ان تركيز شوارد الكليسيوم حول الخيوط قليل بحيث لا يكفي لبدء عملية التقلص ويرتبط خلال هذه الفترة ايضا



الشكل (٢٥) آلية تقلص الخلية العضلية

آلية إزالة الاستقطاب (الفعل الكامن)



عملية الاقتران الآتارية التقلصية

تروبونين (أ) بقوة مع الاكتين لهذا تكون مجموعة تروبونين تروبوميوزين مايعرف ببروتين الارتخاء حيث يمنع ارتباط جسور الميوزين بالاكتين .

تحرر موجه ازالة الاستقطاب عند وصولها الى الشبكة الميولية شوارد الكلسيوم من مخازنها لترتبط مع تروبونين (C) مسببة اضعاف الرابطة بين تروبونين (A) والاكتين مما يسمح بحركة التروبوميوزين جانبا وينتج عن ذلك انكشاف النقاط على طول الاكتين التي ترتبط معها جسور الميوزين . لهذا يرتبط كل جسر ميوزيني بنقطة على الاكتين ثم تحلل أتب التي ارتبطت بالجسر الميوزيني بواسطة انظم أتباز (ATPase) في الجسر الميوزيني والطاقة الكيميائية للاتب تحول الى عمل ميكانيكي ينتج عنه انحناء الجسر الميوزيني باتجاه مركز القسم العضلي ونتيجة لانحناء الجسر الميوزيني يسحب معه الاكتين باتجاه مركز القسم العضلي وفي هذا الوضع يرتبط الجسر الميوزيني بجزئية اخرى من أتب ثم يتحرر من الاكتين ليعود الى وضعه العمودي ليعيد نفس العملية .

اما عملية الارتخاء (Relaxation) فتتم نتيجة لاعادة شوارد الكلسيوم الى الشبكة الميولية العضلية حيث تضخ بواسطة النقل الفعال ومن هناك تنتقل بواسطة الانتشار الى مخازنها . ينتج عن ضخ شوارد الكلسيوم الى الشبكة الميولية العضلية انقطاع التداخل الكيميائي بين جسور الميوزين والاكتين . بهذا ترتخي العضلة حيث تعود خيوط الاكتين الى وضعها الطبيعي بسبب خاصيتها المرنة العائدة لطبيعة تركيبها الحلزوني وكذلك نتيجة لسحب الانسجة الضامة داخل الليف .

من المعروف ان العضلة تبقى في حالة تقف (Contracture) اذا عرقلت عملية النقل الفعال لشوارد الكلسيوم .

مصادر الطاقة للتقلص والارتخاء العضلي

Sources of Energy for muscular contraction and Relaxation

ان المصدر الرئيس للطاقة المستخدمة في المحافظه على النشاط العضلي هو الأتّب .
اما المصدر الرئيس لتوليد الطاقة الضرورية لانتاج هذا المركب فيشمل التحلل
اللاحيويائي للسكر والذي يجري في الميولى العضلية ، والتحلل الميويائي للسكر في
المتقدرات والطاقة المنتجة من هذا الاخير (دورة كربس Kerbs - Cycle) كثر
بكتير من الطاقة المنتجة بالتحلل للحيويائي .

تستخدم المحوض الدهنية Fatty Acids ايضا مصدرا للطاقة في حالة استنزاف مخزون
السكريات (Carbohydrate) في الخلايا العضلية الذي يخزن على شكل غليكوجين (نشأ
حيواني) حيث يحول الغليكوجين عند الحاجة الى سكر الفلوكوز الذي تؤكسده الخلية
لانتاج الطاقة . اما الطاقة المنتجة من المحوض الدهنية فتعتمد على طول حلقة المحض
الدهني .

ان مصدر الطاقة المباشر والاستثنائي لصناعة الاتب اثناء النشاط العضلي يأتي من
انشطار فسفات الكريتين بفعل انظم الكريتين فسفوكاينز (Creatine phosphokinase)
وبذا يصبح مركب فسفات الكريتين مصدرا لتزويد الفسفات لصناعة أتّب من ثافي
فسفات الادينوزين (Adenosine Diphosphate) .

الخلايا العضلية تحتوى على كيات كبيرة من الكريتين وهو مركب عضوي فعند
توفر كيات من الاتب كالذي يحدث اثناء فترة الراحة ويتوفر الاكسجين الكافي يصبح
الاتب في المتقدرات مصدرا لتزويد الفسفات لصناعة مركب فسفات الكريتين الغني
بالطاقة من الفسفات والكريتين حيث تبلغ كيته اثناء فترة الراحة خمسة اضعاف كمية
الاتب . وعند النشاط العضلي يصبح مركب فسفات الكريتين مصدرا لتزويد الفسفات
لصناعة الاتب وهذه العملية لاتدخل في التفاعلات الكيميائية للاكسدة والفسفرة
Oxidation And Phosphorylation .

والطاقة في الجسم ليست ضرورية للنشاط العضلي فقط بل تستخدم ايضا في نشاط
اجهزة الجسم الاخرى فهي تستعمل مثلا طاقة في امتصاص السكريات بوساطة الامعاء
وتكوين اليوريا بوساطة الكبد وتكوين الامونيا بوساطة الكليتين الخ .

الحرارة المنتجة بواسطة العضلات

فضلا عن الوظيفة الرئيسة للعضلات المثبتة في التقلس فإن العضلات تحافظ على درجة حرارة الجسم حيث أن ربع الطاقة التي تنتجها تستخدم في عملية التقلس أما البقية فتستخدم في المحافظة على درجة حرارة الجسم فعند انخفاض درجة حرارة الجو تصاب العضلات بحالة ارتجاف (تشنجات تقلصية) من أجل إنتاج الحرارة المطلوبة للمحافظة على درجة حرارة الجسم . أما مصدر الحرارة الأولية (Initial Heat) التي تظهر عند تقلس العضلة وانبساطها فيأتي مباشرة من تحلل الأتوب وفسفيات الكريتين وتجري تلك العمليات بدون الاعتماد على وجود الأكسجين . وفي حالة الارتجاء وعند غياب الأكسجين تنتج الطاقة من التحلل اللاحيوي للسكر والذي يصاحبه تكون حمض اللبنيك وتسمى الحرارة المنتجة في تلك العملية بالحرارة المتأخرة اللاحيوية Delayed Anaerobic Heat .

الجزء الأعظم من الحرارة يتولد عادة بواسطة عمليات الأكسدة والتي تحدث عند ارتجاء العضلة ويوجد الأكسجين والتي تصاحبها إزالة حمض اللبنيك من العضلة حيث تم أكسدته إلى ثاني أكسيد الكربون والماء . إن الحرارة المنتجة هذه تسمى الحرارة المتأخرة الحيوية (Delayed Aerobic Heat) .

ويتضح من هذا أن معظم الحرارة التولدة في العضلة عند تقلسها تظهر بعد انتهاء التقلس وكذلك فالعضلة تبذل طاقة كبيرة لإعادة بناء مخزون الطاقة الأنيه لحركتها المقبلة .

آلية دين الاكسجين The Oxygen Debt Mechanism

ان الاداء العضلي يكون اكثر فعالية وتأثيراً في الظروف التي تتوفر من خلالها الكميات الكافية من الاكسجين، وفي العضلة تحت التمرين تتوسع الاوعية الدموية مما يزيد من جريان الدم موفراً زياده في كمية الاكسجين لتصل الى مستوى تتناسب عنده كمية الاكسجين المستخدمه مع كمية الطاقة المستهلكه والتي تولد بوساطة الاكسدة الهوائية (الحيوائية) في المتقدرات ، وعندما يزداد الجهد العضلي الى مستوى عال جداً عند ذلك لانتاش اعاده تكوين مخزون الطاقة بوساطة الاكسدة الهوائية مع سرعة استهلاكها وخلال تلك الفترة ما تزال تستخدم أيضاً فسفات الكريتين لاعادة تكوين الاتب ولكن تنتج مجموعة من الاتب باستعمال الطاقة المتولدة من التحلل اللاحيوائي للسكر والذي ينتج عنه تولد كميات من حمض اللبنيك . ولفترات قصيرة ان تحلل اللاحيوائي للسكر يسمح بمجهود عضلي كبير اكثر مما في حالة عدم وجوده .

على الرغم من سرعة نفوذ حمض اللبنيك (التولد من التحلل اللاحيوائي للسكر) الى مجرى الدم تتجمع منه كميات في العضلة مما يفوق الدائري النسيجي Tissue - Buffer مفرية الباهاء (PH) وبذلك تعميق عمل الانظميات .

بعد فترة الاجهاد (إثناء الراحة) يزود الجسم بكميات اضافية من الاكسجين يستخدمها في ازالة الكميات المتجمعة من حمض اللبنيك لاعادة تكوين مخزون الطاقة المتألفة من الاتب وفسفات الكريتين وكذلك لاعادة كمية الاكسجين القليلة والتي استخلصت من الميوغلوبين .

ان كمية الاكسجين المضافة تتناسب مع كمية الطاقة المطلوبة خلال الجهد العضلي والتي تفوق كمية الطاقة المنتجة بوساطة الاكسدة الهوائية . والاكسجين الضروري لاستبدال الطاقة المستهلكة لحيوائي يسمى بدين الاكسجين . ومن اجل استمرار النشاط العضلي المؤثر يجب ان يرد دين الاكسجين بالكامل وذلك من خلال التعرض للكميات الكافية من الاكسجين .

الاداء العضلي

العضلات تحرك اجزاء الجسم عادة بواسطة السحب عبر المفاصل كما في حالة ثني الركبة أو المرفق . وعموما تعمل العضلات كجاميع لانتاج حركة معينة ومؤثره . حيث توجد عضلة واحدة أو أكثر في كل مجموعة تكون مسؤولة بصورة مباشرة عن توليد العمل في تلك المجموعة وتسمى المحرك الرئيس (Prime Mover) أو الشادة (Agonist) بينما توجد عضلة واحدة أو أكثر في نفس المجموعة تسمى للموازرة (Synergistic) والتي تقوم بمساعدة عضلات المحرك الرئيس وغالبا ماتقوم بتثبيت المفصل المشمول . اما العضلة أو العضلات في هذه المجموعة والتي عملها يماكس عمل مجموعة المحرك الرئيس فتسمى بمضادة الشادة (Antagonist) ان التداخل في العمل العضلي تنتج عنه الحركات النظامية المطلوبة لاجزاء الجسم ، مثل عملية بسط الاصابع تنتج من عمل متداخل ومتكامل لمجموعة من العضلات . فالمحرك الرئيس هي العضلة باسطة الاصابع الموجودة في الساعد التي ترتبط بالسطوح الخلفية للاصابع بواسطة الاوتار ، وعضلات صغيرة في اليد تعمل مؤازرات تساعد في بسط نهايات الاصابع بصورة تامة وفضلا عن ذلك توجد ثلاث عضلات ثانية تساعد في بقاء الرسغ ثابتا ومنعه من الانثناء الى الخلف بواسطة تأثير العضلات الباسطة . والعضلات الرئيسة المضادة في هذه المجموعة هي العضلات الضامة للاصابع في الساعد والتي يجب ان ترتخي في هذه الحالة .

النفضة العضلية Muscle Twitch

هي استجابة العضلة الممتلئة بفترة تقلص وجيزه يتبعها ارتخاؤها لفعل كامن منفرد . او بصورة اخرى هي اقل كمية تقلص ممكنه تبدأ بعد نهاية الفعل الكامن مباشرة . تقسم النفضة العضلية الى ثلاثة ادوار وكما هو موضح في الشكل (٢٦) :-

١ . دور الكون Latent Period

٢ . دور التقلص Contraction Period

٣ . دور الارتخاء Relaxation Period

دور الكون : يمثل الفترة الزمنية الفاصلة بين لحظة التنبيه ولحظة بدء التقلص . اي الوقت الذي يستغرقه سير الدفعات من نقطة التنبيه الى الالياف العضلية وهذا الوقت يقل في درجات الحرارة العالية ويزداد في درجات الحرارة الواطئة وعند حلول التعب في العضلة .

يبلغ دور الكون في العضلة الساقية للضفدع في درجة حرارة الغرفة الاعتيادية ٠.١ من الثانية .

دور التقلص : والذي تبدأ عنده العضلة بالتقلص الفعلي والقصر . تقصر هذه الفترة في درجات الحرارة العالية وتطول في درجات الحرارة الواطئة وعند حلول التعب في العضلة .

دور التقلص يختلف باختلاف العضلات ففي العضلات السريعة تقصر تلك الفترة فثلا في العضلة المستقيمة الداخلية للمين لاتزيد تلك الفترة عن ٠.٠٠٥ من الثانية بينما في العضلات البطيئة تستغرق وقتا اطول كالذي يحصل في العضلة الاخصية حيث يصل الى ١ من الثانية . كما ان شدة التقلص تزداد في العضلات الكبيرة عند ارتفاع حرارتها . يستغرق دور التقلص في العضلة الساقية للضفدع حوالي ٠.٤ من الثانية .

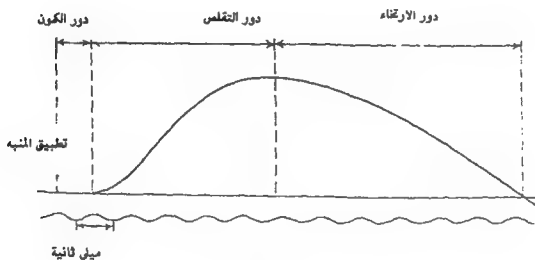
دور الارتخاء: يبدأ مباشرة في النقطة التي تصل عندها شدة التقلص الى قتها . يستغرق دور الارتخاء عادة وقتا اطول مما هو عليه في دور التقلص .

دور الارتخاء يتأثر ايضا بالتغير في درجات الحرارة كالذي يحدث في دور الكون ودور التقلص حيث يقصر في درجات الحرارة العالية ويزداد في درجات الحرارة الواطئة .

يستغرق دور الارتخاء في العضلة الساقية للضفدع ٠.٥ من الثانية . اي ان الفترة الكلية لمنحنى التقلص العضلي البسيط تستغرق ١.٠ من الثانية للعضلة الساقية للضفدع .

وفي المختبر تستخدم عادة العضلة الساقية للضفدع وعصبها الوركي لدراسة الخواص الوظيفية للعضلة ويتم ذلك باستخدام جهاز غطاط التوج (Kymograph) والذي يتألف من مصدر للتنبيه الكهربائي وجهاز تسجيل . حيث يثبت احد طرفي العضلة بينما يربط الطرف الاخر بعنقه تقوم بتسجيل استجابات العضلة عند تنبيهها . والعضلة تنبه عند وضع المنبهات عليها مباشرة ويسمى بالتنبيه المباشر Direct stimulation او بواسطة وضع المنبه على عصبها المحرك ويسمى هذا التنبيه بالتنبيه غير المباشر Indirect stimulation . والعضلات المعزولة خارج الجسم تنبه بمنبهات اصطناعية كالتنبيه

الميكانيكي مثل القرع والقرص والسحب . وكذلك التنبيه الحراري مثل التنبيه بواسطة استعمال قضيب زجاج ساخن . او التنبيه الكيماوي والذي يشمل استعمال المحوض والاملاح ... الخ . وعادة يستعمل التنبيه الكهربائي حيث يعطي المنبه الكهربائي تنبيهات تختلف شدة وأمدا وطورا ويمكن اعطاؤها واحدة او تكرارها مرات متوالية تختلف في السرعة والمدة والشدة . ويجب ان يتوفر في المنبه حد ادنى من الشدة حتى يولد استجابته ويسمى المنبه ذو الحد الادنى من الشدة بالمنبه العتبي (Threshold stimulus) كما ان قوة تقلص العضلة تتناسب مع شدة المنبه الموضوع عليها ضمن حدود معينة فكلما زادت شدة المنبه زادت قوة التقلص .



الشكل (١٦)
النفضة العضلية

تركب تقلصات العضلة والتقلص الكزازي

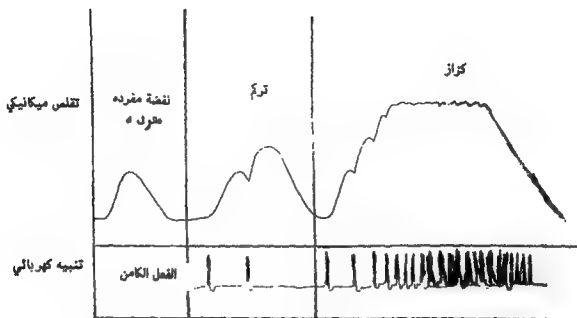
Summation and Tetanic Contraction

لو نهت العضلة الهيكلية بمنبهين كافيين متتاليين تفصل بينهما فترة كما هو موضح في الشكل (٢٧) فإن تأثير المنبه الاول سوف ينبه الوحدات الحركية للعضلة اما المنبه الثاني فسيختلف تأثيره تبعا للحظة حصوله بعد المنبه الاول واذا وقع المنبه الثاني اثناء دور الكون وهو قصير في العضلة الهيكلية فلن يكون له اي تأثير حيث ان العضلة سوف تستجيب للمنبه الاول بتقلص بسيط (النفثه العضلية) . واذا وقع المحفز الثاني خلال دور التقلص الناتج بسبب المنبه الاول ففي هذه الحالة سيحدث تأثير على التقلص والذي يظهر بشكل أقوى وأطول من التقلص العضلي الذي أحدثه المنبه الاول اما اذا وقع المنبه الثاني اثناء دور الارتخاء والذي يتبع دور التقلص الذي ولده المنبه الاول فسوف تعود العضلة للتقلص مرة أخرى قبل اكتمال ارتخائها مما ينتج عنه منحنى تقلص عضلي ذو مرتفعين . اذا وقع المحفز الثاني بعد انتهاء دور الارتخاء العضلي الحاصل بسبب تأثير المنبه الاول ففي هذه الحالة تحصل نفثه عضلية منفردة تشبه النفثه التي أحدثها المنبه الاول . واذا نهت العضلة الهيكلية بمنبهات كافية وبتغيرات متعاقبة ومتساوية بحيث يقع كل منه خلال دور تقلص العضلة الناتجة عن التنبيه السابق ففي هذه الحالة يحدث تقلص مستمر للعضلة دون انقطاع يسمى بالتقلص الكزازي . ويعتقد بأن تأثير المنبهات المتوالية والسريعة يتلخص بمنع ضخ شوارد الكالسيوم الى مخازنها في الشبكة الهيولية العضلية او بصورة أخرى ان معدل تحرير شوارد الكالسيوم من مخازنها يساوي معدل ضخها الى مخازنها او هو اسرع منه حيث تبقى العضلة في حالة تقلص او على الاقل حتى حدوث التعب .

ان الزيادة في شدة التقلص العضلي والتي تحدث في الجسم مع ظهور حالة الكزاز تحدث نتيجة لآلية العصبية (Nervous Mechanism) والتي تزيد من عدد الدفعات المنبهة وكذلك عدد الوحدات الحركية المتقلصة التي يتزامن تنبيهها .

التأثير السلبي (Treppe) او تزايد الانكماش العضلي Stair case effect

عند تنبيه العضلة بسلسلة من المنبهات (بقوة المنبه الاعظمي) وبتردد اقل مما هو عليه في حالة الكزازي تحت زيادة بالشد مع كل نفثة عضلية وبعد عدة تقلصات يظهر



الشكل (٢٧)

تركم تقلصات العضلة والتقلص الكزازي

نفس الشد في كل تقلص وهذه الظاهرة تسمى بالتأثير السلمي وتمزى هذه الظاهرة الى حد ما لتحرير الحرارة من انشطار الاتب (ثالث فسقات الادينوسين) وللتفاعلات الكيميائية الاخرى التي تقلل من لزوجة الميولي العضلية ولهذا تقل المقاومة الداخلية للعضلة حيث ان جزءا من الطاقة يستخدم في عملية التقلص بينما تستخدم كمية اقل للتغلب على المقاومة الداخلية . وكذلك تمزى تلك الظاهرة للزيادة الحاصلة في دخول شوارد الكالسيوم خلال التأثير السلمي بينما في اخر الامر تصبح كمية دخول شوارد الكالسيوم مساوية لكمية خروجها .

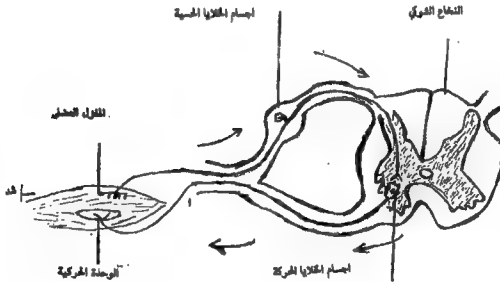
انواع التقلصات العضلية Types of muscle contraction

تصنف التقلصات العضلية الى ثلاثة اصناف تشمل :-

- ١ . التوتر العضلي Muscle tone
- ٢ . التقلص الاسوي التوتر Isotonic contraction
- ٣ . التقلص الاسوي المقاسات (لاتقصري) Isometric contraction

التوتر العضلي

ان العضلة حتى لو ارتخت اراديا فإن عددا من وحداتها الحركية تبقى في حالة تقلص مما يمنحها كمية معينة من الصلابه موفرا لها مقاومة غير ارادية للشد عليها او تغيير شكلها . وهذه الكمية من التقلص تؤهل العضلة لاداء عملها بصورة افضل وتجعلها تستجيب للتنبيه افضل مما لو كانت في حالة ارتخاء تام وفي ضوء ذلك يعرف التوتر العضلي بأنه تقلص جزئي مستمر ينتجه التأثير المتزامن لوحداث حركية مختلفة ومنتشرة خلال العضلة . في كل عضلة عند الراحة ترخي مجاميع من الياقها بينها تتقلص مجاميع اخرى وتقلص الالياف يحدث بالتناوب وليس بصورة مستمرة وبهذا تتفادى العضلة التعب . وفي ضوء ذلك فالتوتر العضلي هو بالحقيقة حالة انعكاس نتيجة لشد الالياف العضلية والتنبيه يحدث نتيجة لشد العضلة او اطالتها اما الاستجابة فهي تقلصها وتجري على الشكل الاتي وكا هو موضح في الشكل (٢٨) .



الشكل (٢٨) منعكس النفضة

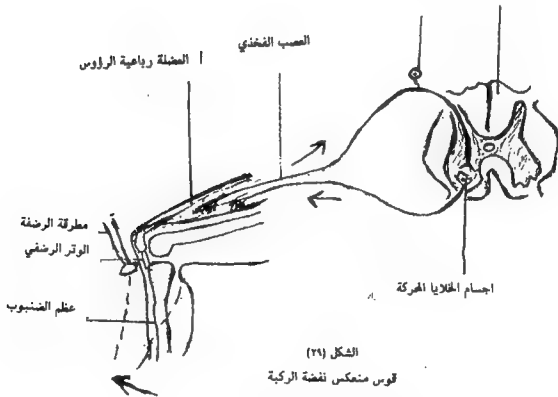
عند شد العضلة سوف يشد المفزل العضلي (الموضوع بصورة موازية للالياف العضلية) مسببا تنبيه مستقبلاته الحسية مرسله دفعات عصبية بواسطة الياف حسية سريعة التوصيل في الجذر الخلفي للعصب النخاعي الى الخلايا العصبية في القرن الامامي حيث تنتقل الدفعات بصورة مباشرة .

لهذا يسمى هذا القوس بقوس المنعكس الوحيد المشبكي . ومن خلايا العصبية في القرن الامامي تنتقل الدفعات العصبية بواسطة الالياف العصبية المحركة الى الوحدات الحركية للعضلة مما يسبب تقلصها وتكون تلك الظاهرة مايسمى بمنعكس النفضة .

يوجد العديد من العضلات في الجسم من الممكن شدها وتنبيهها مثل العضلة رباعية الرؤوس الفخذييه Quadriceps Femoris Muscle والتي يمر وترها حول النهاية السفلى لعظم الفخذ لينغرز في عظم الظنوب وفي وسط هذا الوتر توجد الرضفة فعند قرقع الوتر بين الرضفة والظنوب ينتج عن ذلك سحب العضلة رباعية الرؤوس الفخذييه وبالتالي تنبيه المستقبلات الحسية في المفزل العضلي لتكون قوس منعكس نفضة الركبة كما في الشكل (٢٩) .

اجسام الخلايا الحسية

النخاع الشوكي



الشكل (٢٩)

قوس منعكس نفضة الركبة

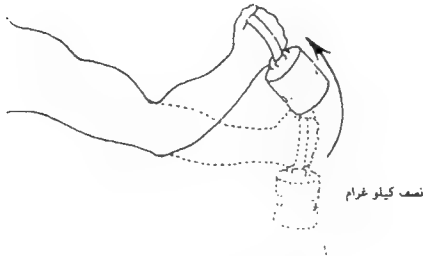
والذي ينتج عنه تقلص الوحدات الحركية في العضلة نفسها التي يتكون فيها المنعكس ونتيجة لهذا التقلص تنبسط الركبة وترتد القدم الى الامام وهذا النوع من المنعكسات يسمى بالمنعكس الوضعي Postural reflex .

كما يوجد تناسب طردي بين قوة شد العضلة ودرجة تقلصها ضمن حد معين حيث اذا زاد الشد عن ذلك الحد تثبط المنعكس بكامله . وبما سبق ذكره يتبين بأن هذا النوع من التقلص العضلي لا يتطلب اي جهد واع لكونه دغاً بس استمرار طرح الابعازات اللاشعورية من الدماغ والحبل الشوكي .

يوجد العديد من الحالات التي تؤثر على التوتر العضلي فشلا يقل في حالة الراحة التامة (اثناء النوم) ويزداد في البروده وكذلك يزداد في بعض الحالات العقلية كالتهيج والحوف وحالة الفالج (الشلل الشقي) Hemiplegia والشلل الهجي Cerebral palsy . ويختفي الشد العضلي في حالة التهاب سنجابية النخاع Poliomyelitis .

التقلص الاسوى التوتر

في هذا الصنف من التقلص العضلي تقصر العضلة ويبقى شدها ثابتا كالذي يحدث في حالة رفع وزن معين حيث يبقى الوزن ثابتاً ولا يتغير الشد كما هو موضح في الشكل (٣٠) .



الشكل (٣٠)

التقلص أسوى التوتر

كذلك ان تحريك الجسم او جزءا منه يتم بواسطة التقلص الاسوى التوتر ففي هذه الحالة تتقلص العضلة وتقتصر حيث تتقارب نهاياتها التي عادة تكون عبر مفصل فتتحرك العضو .

التقلص الاسوى المقاسات

في هذا الصنف من التقلص العضلي يزداد شد العضلة ويبقى طولها ثابتا مثلا عند محاولة رفع وزن كبير فأن العضلة ذات الرأسين (Biceps muscle) تتقلص لتولد قوة دون ان تقصر لترفع الوزن كما هو موضح في الشكل (٢١) . كذلك تتقلص عضلات الرحم عن الولادة تقلصا أسوى المقاسات يولد زيادة في الضغط داخل الرحم ليدفع الوليد خارجه . والعضلات يمكن ان تتقلص تقلصا أسوى التوتر وتقلصا أسوى المقاسات وان معظم التقلصات في الجسم تظهر وكأنها مزيج من كلا التقلصين .



التقلص أسوى المقاسات

(الشكل ٢١)

تعب العضلة Muscle Fatigue

لواخضعت العضلة الهيكلية لتدريب مجهد ولفترة فسوف تفقد تدريجياً قابليتها على التقلص وتسمى هذه الحالة بتعب العضلة حيث تنعدم استجابتها للمنبهات . وفي الجسم فان اسباب التعب الذي يصيب العضلة نتيجة تنبيهها بالدفعات العصبية التي تصل اليها من عصبها الحرك بمعدلات عالية ولفترات طويلة تكون على نوعين اساسيين :

أولاً : التعب الناتج بسبب استنفاد الناقله الكيماوية اذ يتوقف انتقال الدفعات العصبية الى العضلة في مناطق للواصل العصبية العضلية ، بسبب استنفاد مادة الاسيتيل كولين التي تحدث في حالة الانخفاض الحاد للاكسجين . لان تكوين الناقله الكيماوية في نهايات الالياف العصبية المحركة يتطلب وجود كميات وافيه من الاكسجين . على الرغم مما سبق ذكره اذا نبهت هذه العضلة تنبيهاً مباشراً (بمنبه كهربائي) فأنها سوف تتقلص وهذا مما يؤكد ان تعب العضلة في هذه الحالة يعود الى استنفاد الناقله الكيماوية .

ثانياً : التعب الناتج بسبب استنفاد الـ ATP وتجميع مخلفات عملية الاستقلاب في الالياف العضلية نفسها . في هذه الحالة تنتقل الدفعات عبر الموصل العصبية العضلية وتنتشر أيضاً بصورة طبيعية على أغشية الالياف العضلية لكن التقلص المستمر للعضلة يؤدي الى استنفاد الـ ATP واعاقه جريان الدم فيها مما ينتج عنه قلة المواد الغذائية أو فقدانها فيها وكذلك التأخير في إزالة مخلفات استقلاب الالياف العضلية .

المصل The Rigor

تصاب الالياف العضلية بحالة تصلب مفرط تعرف بالمصل ويعود السبب للنقصان الحاد أو فقدان غزونها من الـ ATP (ثالث فسفات الادينوسين) وفسفات الكرياتين وحتى في حالة الارتخاء تستخدم أيضاً طاقة لمنع ارتباط جسور الميوزين باللاكتين ولضخ شوارد الكالسيوم الى مخازنها في الشبكة الهيولية العضلية .

حالة تصلب العضلات بعد الوفاة تسمى بالمصل الرمي (Rigor mortis) حيث تكون كل عضلات الجسم في حالة تقلص مستمر ولمدة ساعات وفي هذا

الطرف ترتبط كل جـسـور المـيـوزين بالـاكتين ولكن بـحـالـة غـير طـبـيعـية وبـشـكـل ثابت يـقاوم انـفـصـالـها من الـاكتين . وتـقلـص العـضـلات هـذا وتـصـلـبـها يـحـدث حـق بـدون دـفـعـات عـصـبـية و يـسـتـر الى ان يـتـحـطـم بـروـتـيـنـها والـذي يـحـدث عـادـة نـتـيـجـة لـلاخـلال الـذاقي بـوسـاطـة الـانـظـيـمـات الـمـتـحررة من الـاجـسام الـحـالـة .

الضمور العضلي Muscle atrophy

يـتـصـف الـضمـور العـضـلي بـصـفر حـجم الـاـليـاف الـلـعـضـلية وانـكـاشـها وضمـنـها وقـلة المـواد الغـذائية فـيـها .

اـسـابـب الـضمـور العـضـلي عـديـدة مـنـها :-

ضمـور قـطـع الـاعـصـاب Denervation atrophy والـذي يـنـتـج بـسـبـب تـلف المـصـبـون المـحرك للـعضـلة او قـطـعـه حـيـث يـصـيب العـضـلة الـضمـور مـبـاشـرة بـعد فـقـدان التـجـهـيز العـصـبي لـها و في هـذه الـحـالـة يـجـب مـعـالـجـة العـضـلة بـالتـنـبـيـة المـبـاشـر لـمـنـعـها من الـانـكـاش . فـفي حـالـة عـدم تـنـبـيـهـا واخـضـاعـها للـتـأريـن المـسـتـر هـ فـسـوف تـقـصـر الـيـافـها و حـق لو أـعـيد تـجـهـيزـها العـصـبي فـان قـابـليـتـها عـلى اداء عـمـلـها سـتـكـون مـعـدودـه . وعـادـة ان العـضـلة اـذا اعيد اـرتـباطـها العـصـبي خـلال اـربـعة اشـهر من تـأريـخ فـقـدانـه تـعـود الى وضمـنـها الطـبـيعـي وتـؤدـي عـمـلـها بـالكـامل . و لكن لو أـعـيد تـجـهـيزـها العـصـبي بـعد هـذه المـدة فـسـوف يـحـدث قـصور في اداء عـمـلـها بـسـبـب تـحـلل مـجـوعـة من أـليـافـها . اـما اـذا أـعـيد تـجـهـيزـها العـصـبي بـعد سـتـين من تـأريـخ فـقـدانـه فـقلـما يـولد تـغـيـير في أداء العـضـلة لـكـونـها خـلال هـذه الفـتـرة قد تـحـللت أـليـافـها وأـسـتـبدلت بـالنـسـيـج الـليـفي و الـدهـون . و من الـلـاحـظ ان العـضـلة الـتي يـقـطـع عـصـبـونـها المـحرك تـتـغـيـر قـابـليـتـها التـهـيـجـية وتـزـيد حـاسـيـتـها الى مـادـة الـاـسـيـتـيل كـولـين Acetylcholin في الدـورـه الـدمـويـة مـما يـسـبـب تـقلـصـا غـير مـنـظـم وقـصـير الـامـد في الـيـافـها يـسـمى بـالـرجـفـان Fibrillation و لكن تـخـفـي تـلك الـحـالـة عـند اـعـادـة اـرتـباط عـصـبـونـها المـحرك . و حـالـة الـرجـفـان هـذه يـجـب تـمـيـزـها من حـالـة الـرفـفـان Fasciculation و هي رـجـه تـسـبـبـها تـقلـصـات مـجـوعـة من الـاـليـاف الـلـعـضـلية اسـتـجـابـة للـدـفـعـات غـير الطـبـيعـية و الـتي تـصل اليـها من اعـصـاب النـخـاعـية و يـمـكن مـلـاحـظـتها بـوضـوح بـيـنـا حـالـة الـرجـفـان . لا يـمـكـن رـؤيـتـها بـوضـوح .

ضمور عدم الاستعمال Disused atrophy

ينتج بسبب عدم استعمال العضلة او حق لو استعملت فتستخدم لتقلص ضعيف ، كالذي يحدث في عدم تحريك جزء من الجسم لفترة طويلة كما هو الحال في وضع الطرف في قالب الجبس مما يمنع التقلص العضلي ولو استمر الى شهر فان حجم العضلات سوف يقل الى النصف .

الضخامة العضلية Muscle Hypertrophy

أن النشاط العضلي المستمر والفعال يؤدي الى زيادة في حجم الالياف العضلية وهذا النمو او الزيادة في حجم العضلة يسمى بالضخامة العضلية والتي تزيد من قوتها المحركة . وهذه الظاهرة شائعة عن الرياضيين المدربين .

يزداد حجم العضلة نتيجة للزيادة في غزونها من الطاقة التي تتطلبها عملية التقلص مثل الفليكوجين والاتي بفسفات الكريتين والدهون ، كذلك تحدث زيادة في عدد المتقدرات كما يزداد حجم الشبكة الهيولية العضلية . ويعتقد بحدوث زيادة في حجم اللييفات وربما يزداد عددها أيضا .

تظهر درجة محدودة من الضخامة في العضلات السلية نتيجة استعمالها في فعاليات الجسم اليومية المختلفة .

بينما لايسبب النشاط العضلي الضعيف أية زيادة في حجم العضلة حق لو استمر الى فترات طويلة .

الشلل العائلي الدوري Familial periodic paralysis

تتصف هذه الحالة المرضية الوراثية بنقصان حاد ودوري في تركيز شوارد البوتاسيوم في السائل الخلالي مما يؤدي الى العديد من حالات الشلل . ان النقصان الحاد في تركيز شوارد البوتاسيوم في السائل الخلالي ينتج عنه زيادة في استقطاب أغشية الالياف العضلية مما يزيد من مقاومتها للتنبيه . حيث تصبح الدفقات العصبية الاعتيادية المارة عبر الموصل العصبية العضلية غير قادرة على تنبيه الالياف العضلية .

الوهن العضلي الوبيل Myasthenia Gravis

هذه الحالة من الشلل تحدث بسبب نقصان الحاد في وصول الدفعات العصبية عبر الموصلات العصبية العضلية . ويعتقد بأن السبب يعود الى التنيع للذات Autoimmune حيث يولد الجسم اضرادا لعضلاته يسبب الاقلال من مستقبلات الاستيل كولين (في الصفيحة الانتهاية الحركية) مما يضعف استجابة العضلة للدفعات العصبية . وبعض الحالات الحادة من هذا المرض تسبب الوفاة . وتستعمل لعلاج الوهن العضلي الوبيل عدة انواع من العقاقير مثل النيواستكين حيث يشبط انظم كولينستيراز أو يحطمه مما يتيح وقتا طويلا للاستيل كولين لتنبيه العضلة .

الحثل العضلي Muscle Dystrophy

هذه الحالة المرضية مشابهة للوهن العضلي الوبيل حيث تسبب ضعف العضلات الهيكلية ولكن مسبباتها تختلف عن مسببات الوهن العضلي الوبيل حيث يعود سبب الحثل العضلي الى اغشية الالياف العضلية غير الطبيعية والتي لا يعرف مسببها . في هذه الحالة ان وصول الدفعات العصبية الى الالياف العضلية عبر الموصلات العصبية العضلية يجري بصورة اعتيادية بعكس ما يحدث في حالة الوهن العضلي الوبيل . ومن الملاحظ حدوث خلل في عملية الاستقلاب مصاحبه للحثل العضلي . ان الخطر الرئيس للحثل العضلي ينتج بسبب شمول العضلات الهيكلية المستخدمة في التنفس مما يضعفها ويجعلها غير قادرة على اداء عملها بالشكل المطلوب .

العضلات الملساء Smooth muscles

تكون العضلات الملساء حوالي 2 ٪ من وزن الجسم . وهي للسولة عن تحريك الطعام في السبيل الهضمي وافراغ البول من المثانة وافراز الصفراء من كيس الصفراء وحركة الشعر على سطح الجسم الخ . كما لها أثر في المحافظة على ضغط الدم . تسيطر العضلات الملساء على أقطار معظم التراكيب الانبوعية داخل الجسم ولهذا تنتظم في طبقات مكوّنه حلقات كما في المصترات (Sphincters) او على شكل

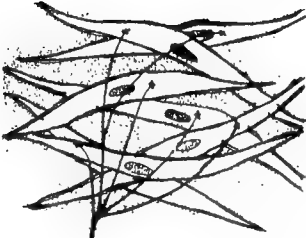
لولي يحيط بالعضو، لهذا ينتج عن تقلصها سد تجويف العضو او تحريك المواد داخل مختلف التراكيب الانبوية. وتتكون العضلات للمساء من خلايا او الياف طويلة مغزلية الشكل يتراوح طولها بين ٣٠ - ٢٠٠ ميكرومتر وقطرها بين ٢ - ٥ ميكرومتر. وهي ذات مقطع عرضي مستدير او بيضوي او متعدد الزوايا . ترتبط الالياف العضلية بعضها مع البعض بواسطة الياف غراوية مرنة .

تحاط الخلية للمساء بعمد الليف العضلي وتحتوى على نواة كبيرة الحجم بيضوية او دائرية الشكل تقع في المنطقة الواسعة من الخلية قرب المركز وتحتوى عادة على نويتين او اكثر . يبدو الليف العضلي بأنه فاقد للنبيبات المستعرضة، والشبكة البلازمية فيه ضعيفة التركيب والميولي يحتوى على التقدرات والتي تبدو على شكل حبيبات او اجسام صغيرة موجوده بصورة خاصة حول النواة كما يحتوى الميولي على الريباسات ومركب غلجي ولا تظهر الخلية للمساء تخطيطا عرضيا كالذي يشاهد في العضلات الهيكلية والعضلة القلبية ويعود السبب للتوزيع العشوائي للخيوط الغليظة والخيوط الدقيقة داخل الخلية، كما أن كمية الخيوط في العضلة للمساء أقل بموالي سبع مرات مما هي عليه في العضلة الهيكلية . ولكن آلية التقلص في العضلة للمساء هي نفسها في العضلة الهيكلية والتي تتم نتيجة لانزلاق الخيوط الدقيقة على الخيوط الغليظة ولكن قوة تقلص العضلة للمساء اقل مما هو عليه في العضلة الهيكلية . علما ان الوقت الذي يستغرقه تقلصها أطول مما هو عليه في العضلة الهيكلية وقد يصل الى ثلاث ثوان وذلك بسبب عدم خضوع العضلة للمساء للسيطرة الارادية. تصنف العضلات للمساء الى صنفين أساسيين كما هو موضح في الشكل (٣٢) وهما :-

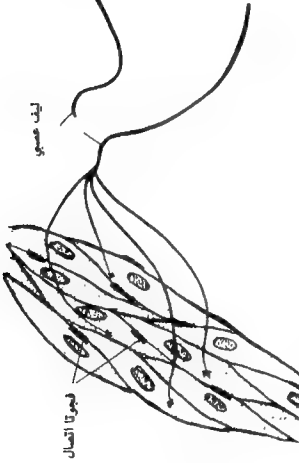
١ . العضلات متعددة الوحدات Multiunit smooth muscles

٢ . العضلات الحشوية Visceral smooth muscles

١ . متعددة الوحدات وحدات



الشكل (٣٣)
أنساق العضلات الملساء



٢ . الخشوية

ليف عصبي

لموت أ اتصال

العضلات الملتصقة متعددة الوحدات

توجد في جدران الاوعية الدموية الكبيرة وفي عضلات العين التي تنظم سعة البؤبؤ وتعديل العدسة لدى معين وألياف العضلة الملتصقة متعددة الوحدات تتناثر بشكل أحادي أو مجموعات صغيرة في النسيج الضام . وهذه الخلايا تعمل بأنفراد غير متعددة بعضها على البعض أو كوحدة حركية صغيرة حيث تتداخل الوحدات الحركية للعضلة الملتصقة متعددة الوحدات بصورة مكثفه ولهذا يبدو الليف العضلي وكأنه تحت تأثير عدة ألياف عصبية . يعتمد تقلص العضلات متعددة الوحدات على التنبيه العصبي أي تقلصها عصبي المنشأ كما هو الحال في العضلات الهيكلية . ولكن لا توجد موصل عصبية عضلية كالتي تشاهد في العضلات الهيكلية فبدلاً من ذلك تطرح الناقله الكيمائية من نهايات الاليف العصبية الى السوائل الخلالية التي تحيط بالاليف العضلية . ولو ثبتت العضلة الملتصقة متعددة الوحدات من خلال تنبيه عصبها فأنها سوف تتقلص مع كل تنبيه لعصبها وهذا التقلص مشابه للتقلص الذي يحدث في العضلة الهيكلية ولكن تقلصها أبطأ مما هو عليه في العضلة الهيكلية وكذلك يحدث فيها الكزاز بوساطة تنبيهها بمعدلات أبطأ مما هو عليه في العضلة الهيكلية . وعادة ان تنبيه العضلة الملتصقة يحدث تقلصاً موضعياً في العضو الموجوده فيه ونادراً ما يلاحظ انتقال الدفعات خلال التركيب العضلي لذلك العضو وهذا الصنف من العضلات الملتصقة عادة لا تولد فيه افعال كامنه حقيقية ولكن بدلاً من ذلك ان التنبيه يولد ازالة استقطاب موضعية تكفي للتقلص بدون توليد فعل كامن حقيقي .

تؤثر شوارد الكالسيوم تأثيراً مهماً في عملية التقلص والارتخاء مشابه للذي يحدث في العضلات الهيكلية والعضلة القلبية اما شوارد الكالسيوم فتدخل الى الخلية التهيجية الملتصقة أثناء التقلص من السائل الخلالي بدلاً من مخازنها في الشبكة الميولية العضلية كما هو الحال في العضلة الهيكلية وعند الارتخاء تضح شوارد الكالسيوم الى خارج الخلية .

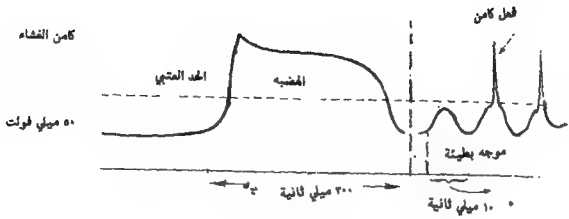
العضلات الحشوية

توجد في جدران الاوعية الدموية الصغيرة وفي جدران الاحشاء الداخلية المخوفة كما هو الحال في القناة الهضمية والجهاز التناسلي . تترتب اليف العضلة الحشوية في طبقه كثيفه حيث تتقارب الخلايا كثيراً بحيث تكون مناطق اتصال بينها تسمى بفتحات الاتصال (Nexus) أو فصوص الاتصال (gap-Junctions) ومناطق الاتصال هذه تتصف

بقاومتها الواطئة لمروور الشحنة الكهربائية عبرها مما يسهل من انتقال الموجات التهيجية من ليف الى اخر وبالتالي لتشمل كل كتلة العضلة للمساء . ان هذا النوع من الاتصالات بين الخلايا يشبه الاتصالات بين خلايا العضلة القلبية . حيث اذا نهت احدى الخلايا فأن موجة ازالة الاستقطاب سوف تنتقل الى كل الياف العضلة . ان احد الصفات الرئيسة والمهمة للعضلات الحشوية هي قابليتها على اظهار تقلصات ذاتية متكرره على نحو نظامي وتلك احدى الظواهر في الاعضاء التي تظهر فيها حركات تمعجيه Peristaltic movements لتحريك محتوياتها على طولها كتحريك المواد الغذائية داخل القناة الهضمية .

وفي تلك الاعضاء تولد افعال كمنه في بعض اجزائها ذاتيا وتنتقل على طولها حيث تتبعها موجة تقلص . والاجزاء المذكورة تحتوى على خلايا تبدو اكثر تخصصا وتنظيما من بقية الخلايا للمساء في ذلك العضو ولها القابلية على توليد افعال كمنه ذاتية وتسمى تلك الخلايا بالناطات Pacemaker cells وكذلك يمكن توليد الدفعات في شفاف العضو الاخرى نتيجة التوسع في جدرانها كالذي يحدث في وجود الطعام في السبيل الهضمي . ان كيفية توليد الناطات لدفعات ذاتية متكرره يكون على نحو نظامي لأن هذه الخلايا تظهر ذاتيا تقصانا تدريجيا ومسترا في كون الراحة وبالتالي مولده دفعات ذاتية ومتكرره على نحو نظامي والسبب يعود لظهور تلك الخلايا تقصانا تدريجيا ومسترا في نفوذية اغشيتها لشوارد الصوديوم مما يسبب ازالة استقطابها فعندما تصل ازالة الاستقطاب الى الحد العتي تتولد الدفعات لتنتشر لكل الالياف العضلية مولده موجة تقلص تمعجيه Peristaltic wave of contraction .

أن موضع الخلايا الناطات داخل العضو يشير الى اتجاه الموجه التمعجية . فوضع الخلايا الناطات في معظم الاعضاء المجوفة موجودة في المناطق التي يتطلبها توليد الموجات التمعجية لتحريك محتويات تلك التجاويف باتجاه فوهات الجسم (Body orifices) فمثلا تتجه الموجات في الحالب باتجاه المثانة وفي السبيل الهضمي تتجه باتجاه الشرج وفي القناة الصفراء باتجاه الفج (Duodenum) . كذلك يمكن توليد دفعات في شفاف (قطع) هذه الاعضاء (مثل السبيل الهضمي) نتيجة التوسع في جدرانها وبسبب وجود الطعام فيها وما سبق ذكره فأن العضلات الحشوية تظهر نوعين من الدفعات كما هو موضح في الشكل (٣٣) .



(الشكل ٣٣)

انواع الدفعات في العضلات الحشوية

النوع الاول مشابه للذي تظهره العضلة القلبية (الدفعة ذات المهضبة Plateaued action potential) ولكن يستغرق وقتا اطول من الوقت الذي تستغرقه الدفعة في العضلة القلبية ، أما النوع الثاني فهو الكامن ذو الموجات البطيئة وهو بالحقيقة ليس فعلا كامنا حقيقيا ولكن يمكن ان يولد دفعة حقيقية حيث يمكن ان تصل تلك الموجات الى الحد المتعدي وبالتالي مولده دفعة حقيقية وتلك الموجات تتولد في العضلة نفسها ولا تحتاج الى تنبيه خارجي .

ان تقلص العضلات للساء ودرجة الشدة المتولدة تتأثر بمده عوامل اذ يعمل السحب عادة كمنبه كاف لتوليد ازالة الاستقطاب والذي يتبعه التقلص - والعوامل تشمل :-

١ . العوامل الكيميائية Chemical Factors

أن الاستيكل كولين ينبه معظم العضلات الحشوية لزيادة فعاليتها وربما يزيد نفاذية أغشية الألياف العضلية لشوارد الكالسيوم أو الصوديوم وذلك مشابه للذي يحدث في العضلة الهيكلية . أما مادة الايبنفرين (Epinephrine) فإن تأثيرها يعتمد على غط العضلة ونوعها وعادة تثبط عمل التركيب العضلي للقناة الهضمية ولكن تنبه النشاط

العضلي للرحم وكذلك تسبب تقلص عضلات الجهاز الوعائي . ويتلخص عمل مادة الابينفرين في تغييرها لنفوذية اغشية الخلايا العضلية لشوارد الكليسيوم أو شوارد الصوديوم . أما مادة النور ابينفرين Norepinephrine فلها نفس تأثير الابينفرين ولكن يتطلب وجودها بتركيز أعلى .

أما الهرمونات الايستروجينية (Estrogenic) وهرمون الاوسيتوسين (Oxytocin) فعملها يتلخص بتحويل نشاط العضلات للمساء وبالاخص في الرحم وكلاهما ينبهان النشاط العضلي للرحم .

أما هرمون بروجسترون Progesteron فيميل الى تهدئة النشاط العضلي او تثبيطه . وتوجد مركبات كيميائية اخرى تؤثر على نشاط العضلات للمساء مثل الريزربين (Reserpine) والتي تستعمل بوصفها مضاد فرط ضغط الدم Antihypertensive حيث ترخي شريينات (Arterioles) العضلات للمساء .

الم الوشيتي (Botulinus toxin) : يوقف تحرير الاسيتيل كولين مما يسبب الشلل العضلي .

٢ . العوامل العصبية Neural factors

يزود الجهاز العصبي المستقل معظم العضلات للمساء وبواسطة الناقلات الكيميائية (التي يفرزها من نهايات اليافه) يتم تنظيم فعاليات العضلات للمساء . تتسلم معظم العضلات للمساء اعصابا لاوديه تحرر الاسيتيل كولين واعصاب وديه تحرر النور ابينفرين، ولا توجد الصفيحة الانتهازية الحركية كالتي تشاهد في العضلات الهيكلية وبدلا عن ذلك تخزن الناقله الكيميائية في نهايات المحاور لتطلقها الى السوائل الخلالية المحيطه بالالياف العضلية لتنظم نشاط العضلات للمساء .

الفصل الرابع

الدم

- المقدمة .
- الخلايا والاقراص الدموية .
- الكريات الحمر .
- كريات الدم البيض .
- الصفائح .
- آلية تجلط الدم .
- زمر الدم .
- عملية نقل الدم .
- الالتهاب :
- الارجية .

الدم Blood

المقدمة :

الدم سائل احمر ضليل (معتم) يدور ضمن الجهاز الوعائي المفلق ويعتبر صنف من اصناف النسيج الضام . كشافته النوعية (Specific Gravity) تتراوح بين ١.٠٥٥ - ١.٠٦٥ والحجم الكلي للدم في البالغين يتراوح بين ٥ - ٦ لتاراما في الطفل حديث الولادة يبلغ حوالي ثلثائة سنتيمتر .

يكون الدم ٧ ٪ من الوزن الكلي لجسم الانسان . ويتكون من سائل البلازما (المصورة) والذي يكون نسبة ٥٥ ٪ من حجمه وتكون الخلايا او الاقراص الدموية النسبة الباقية (٤٥ ٪) التي تسمى بحجم الكريات المرصوصه Packed cell Volume او مكدايس Hematocrit .

ان بلازما الدم سائل اصفر متجانس يميل الى القلوية (Alkalinity)وتسبح فيه الخلايا والاقراص الدموية .

يكون الماء الجزء الاعظم من البلازما وتبلغ نسبة حوالي ٩٢ ٪ . اما المكونات الاخرى للبلازما فتشمل العديد من المواد المهمة والتي تكون بشكل ذائبه او عالقه والسكريات والدهون والفيتامينات والمهرمونات والشوارد كشوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم وكذلك الفازات كغاز الاكسجين وغاز ثاني اكسيد الكربون فضلاً عن مخلفات عملية الاستقلاب مثل اليوريا .

بروتينات الدم :- تتكون من هيموغلوبين (خضاب الدم Hemoglobin) الكريات المحمر والذي يكون ثلثي كمية بروتين الدم ، اما النسبة الباقية فتكونها بروتينات البلازما والتي تشمل :-

١ . البومين Albumin : الذي يكون نسبة ٥٥ ٪ من الكمية الكلية لبروتينات البلازما وتبلغ كميته ٤.٥ غرام لكل ١٠٠ سم مكعب من البلازما . ويؤدي بروتين الألبومين فعلا اساسيا في تنظيم حجم الدم وذلك بتوليده فضلا عن بروتينات البلازما الاخرى ضغطا تنافيديا يبلغ حوالي ٢٨ ميلي متر زئبق يساعد في تكوين سائل الجسم الاخرى واعادة امتصاصها .

٢ . الغلوبولين Globulin : تبلغ كميته ٢.٧ غرام لكل ١٠٠ سم^٣ من البلازما . وجزئياته اكبر حجما من جزئيات البومين وتنقسم الى ثلاثة انواع حسب حجمها وهي الفا (Alpha) وبيتا (Beta) وغاما (Gamma) ويحتوى الغلوبولين على الاضداد (Antibodies) التي تدافع عن الجسم ضد الجراثيم والجزئيات الغريبة . ومصدر الاضداد الرئيس الخلايا المفاوية .

٣ . الفيبرينوجين Fibrinogen والبروتريمين Prothrombin ان بروتين الفيبرينوجين وبروتين البروتريمين يؤثران تأثيرا اساسيا في عملية تخثر الدم Blood Coagulation .

: ان بروتينات البلازما تتمعمل كأحتياطي بروتيني للجسم . كما ان لها القدرة على معادلة الحوض والقلويات معا .. وهذا مما يجعلها تحافظ على المعدل الطبيعي للباهاء والذي يبلغ ٧.٤ . كما ان بروتينات البلازما تزيد من لزوجة الدم وكثافته . تؤدي الكليتان الفعل الاساسي في ابقاء النسب الثابتة للماء والمواد الاخرى المكونه للبلازما وذلك بواسطة الترشيح الاختياري واعادة امتصاص الماء والمواد الصلبة من السائل المترشح .

ان الخلايا والاقراص الدموية الاساسية للدم تشمل :-
وكما هي موضحة في الشكل (٢٤) :

- ١ . كريات (قراص) الدم الحمر Erythrocyte – Red Blood Cells (RBC)
- ٢ . كريات الدم البيض Leucocytes – White Blood Cells (WBC)
- ٣ . الصفائح (الاقراص) الدموية Thrombocytes – platelets

- أن الوظائف العامة للدم يمكن تحديدها بالنقاط الآتية :-
- ١ . يحمل المواد الغذائية والاكسجين الى الخلايا وانسجة الجسم المختلفة لاستخدامها في النمو والتجديد وللفعاليات الحيوية الاخرى .
 - ٢ . ينقل مخلفات عملية الاستقلاب والتي تشمل ثاني اكسيد الكربون والمخلفات الاخرى الى الاعضاء التي تطرحها خارج الجسم .
 - ٣ . يحتوي على كريات الدم البيض والاضداد ومواد اخرى تكسب الجسم مناعه ضد الامراض والاصابات .



الشكل (٣٤)
 الخلايا والاقراص الدموية

- ٤ . يحمل الهرمونات التي تكونها الغدد الصماء Endocrine Glands الى اعضاء الجسم الاخرى .
- ٥ . يساعد في تنظيم درجة حرارة الجسم وموازنتها ضمن معدنها الطبيعي والذي يتراوح بين ٣٦.٦ - ٣٧.٤ م° وذلك عن طريق توزيع الحرارة الى مختلف اجزاء الجسم .
- ٦ . يقوم بوظيفة اساسية في ابقاء الباهاء (pH) ثابتا في انسجة الجسم وسوائله .
- ٧ . يسيطر على وقف النزف (Hemorrhage) وذلك بسبب قابليته للتخثر وهذا يمنع فقدانها من الجروح .
- ٨ . يحافظ وبصورة جزئية على ابقاء الموازنة المائية في الجسم .

الكريات الحمر Erythrocytes

هي اجسام قرصية مقعرة الوجهين وهذا يزيد من مساحتها السطحية مما يساعد على زيادة درجة تزودها بالاكسجين . معدل قطر الكرية الحمراء يتراوح بين ٧ - ٩ ميكرو متر وسماكها ٢ - ٣ ميكرو متر .

تعتبر الكريات الحمر خلايا غير مشالية لانها عديمة النواة . حيث تفقدتها اثناء مراحل نموها .

يحيط بالكرية الحمراء غلاف له قابلية مرونة كبيرة ويحافظ على المواد الغروية والهروتينية داخلها كذلك يتحكم في مرور الشوارد من الخلية واليها . أن وجود المواد الغروية داخل الكرية الحمراء يكسبها مرونة تمكنها من تغير شكلها اثناء وجود ضغوط عليها او مرورها خلال اوعية دموية دقيقة جدا .

يبلغ تصداد الكريات الحمر في الملي لتر الواحد من الدم حوالي ٥٠٠.٠٠٠ ره ولكن المعدل الطبيعي لعدد الكريات الحمر يعتمد على الجنس والعمر حيث يتراوح بين ٥٠٠.٠٠٠ ره - ٦٠٠.٠٠٠ ره في الملي لتر الواحد من الدم عند الذكور . و ٣٩٠.٠٠٠ ره - ٥٠٠.٠٠٠ ره في الملي لتر الواحد من الدم عند الاناث .

أن الوظيفة الاساسية للكريات الحمر هي نقل الاكسجين الى مختلف خلايا الجسم كذلك تساعد الكريات الحمر في تنظيم حمضية وقلوية الدم وحمل المستضدات لزمر الدم (Antigens of Blood Groups)

الميموغلوبين :- أن وجود الميموغلوبين في الكريات الحمر هو المسؤول عن نقل

الاكسجين واكسابها اللون الاحمر . ومعدل كمية الهيموغلوبين عند الذكور تبلغ ١٦ غراما / ١٠٠ ميلي متر من الدم اما عند الاناث فتبلغ ١٤ غراما / ١٠٠ ميلي متر من الدم . والهيموغلوبين مركب عضوي يتكون من جزئيات صفية الحجم لها وزن جزيئي يبلغ حوالي ٦٤٠٠٠ . تحتوي كل كرية دم حمراء على حوالي ٢٨٠ مليون جزيئة من الهيموغلوبين .

يتكون الهيموغلوبين من جزئيات صفيات الميم Heme (التي تحتوي على ذرات الحديد) المرتبطة بالفلوبين المتكون من اربعة سلاسل من عديد الببتيد Four Polypeptide chains (اثنان الفا واثنان بيتا) .

ان ذرات الحديد في الهيموغلوبين لها ميل شديد للاتحاد بالاكسجين والتي تؤدي الى تكوين مركب الاكسي هيموغلوبين (HbO₂) . والسذي يكون مركب قلقي .

ان عملية اتحاد الاكسجين بالهيموغلوبين هي ليست عملية اكسده (لانها لا تحتاج الى عامل مؤكسد او مختزل) وانما عملية اتحاد بسيطه .

ان عملية اتحاد الاكسجين بالهيموغلوبين تتطلب وجود حديد ثنائي الشحنة (حديدوز Fe⁺⁺) في جزيئة الهيموغلوبين وحيث ان كل ذرتين من الاكسجين تتحدان مع كل ذره من الحديد لهذا ان الفرام الواحد من الهيموغلوبين ينقل ما يقارب ١٢٤ سنتتر مكعب من الاكسجين وعندما يصل الدم الى خلايا الجسم المختلفة والتي يكون الضغط الجزئي للاكسجين فيها قليلا موازنة مع ضغطها الجزئي في الدم الوارد لها فان الاكسجين القلق للاتحاد في مركب الاكسي هيموغلوبين يعطى بسهولة لتلك الخلايا .

تكون الكريات الحمر والعناصر الغذائية المطلوب توفرها لتكوينها :-

تتكون الكريات الحمر في البالسفين من ارومة الحمراء (Erythroblasts) في تقي العظام (Bone marrow) الاحمر . اما في الجنين فان الكريات الحمر تنتج ايضا بواسطة الكبد والطحال والغدد اللمفاوية .

ان عدد الكريات الحمر الناضجة التي يطرحها تقي العظام الى الدورة الدموية تبلغ حوالي ٢٥ مليون لكل كيلوغرام واحد من وزن الجسم .
ان عمر الكرية الحمراء يتراوح ما بين ثلاثة الى اربعة اشهر ويمد ذلك تلك

وتقوم ، والكريات الحمر التي تنتهي دورة حياتها تلتهمها الخلايا البلازم في الجهاز الشبكي المبطن في الكبد والطحال وتقي العظام والعقد الليفية ، ونتيجة لتحلل الكريات الحمر يتجزأ الهيموغلوبين الى مكوناته (الغلوبين والهيم) .

يستخدم الغلوبين في تزويد الجسم بالبروتينات الاضافية والتي يستخدمها في فعالياته الحيوية . اما الهيم فيفقد حديدته ويتحول الى صبغه صفراء (Bile pigment) تفرز من خلايا الكبد وتخزن في كيس الصفراء اما مادة الحديد المتحرره من الهيم فمعظمها يعاد استخدامها في تكوين الكريات الحمر الجديدة .

ولكي تعوض الكريات الحمر المتحطمة يحتاج الجسم الى بعض العناصر الغذائية يوميا لكي يحافظ على المعدل الطبيعي للكريات الحمر وتشمل :-

اولا : البروتين الذي يزود الجسم بالمخضينيات المهمة التي تدخل في تكوين الخلايا وتركيبها .

ثانيا : الحديد والذي يدخل في تركيب الهيموغلوبين .

اذا كانت كمية الحديد المأخوذه يوميا غير كافية لحاجة الجسم ينشأ فقر دم يعرف فقر دم عوز الحديد Iron Deficiency Anemia الذي تصف فيه الكريات الحمر بشحوية اللون وصغر الحجم ويدعى فقر الدم ذا الكريات الصغرية ناقصة الصباغ (Microcytic, Hypochromic Anemia) .

وما سبق شرحه فان معظم الحديد الناتج من الكريات الحمر المتحطمة يستخدمه الجسم مرة ثانية في انتاج كريات حمر جديدة . وفضلا عن ذلك يحتاج الجسم الى كمية اخرى من الحديد تبلغ خمسة ميلي غرامات يوميا . اما بالنسبة للمرأة فأنها تحتاج الى كمية اكثر من الحديد (موازنة مع الرجل) وتبلغ عشرة ميلي غرامات لان المرأة تفقد كمية من الدم في كل دورة حيضية مما يسبب نقصانا في كمية الحديد في الجسم . كذلك فأن الشخص الذي سبق ان نزف دما قد يحتاج الى كمية اضافية من الحديد .

ثالثا : فيتامين ب ١٢ وحض الفوليك Vitamin B₁₂ and Folic Acid من اجل تكوين العدد الكافي من الكريات الحمر يجب توفر الكيمايات الضرورية من فيتامين ب ١٢ وحض ألفوليك وبدونها تضطرب عملية الاستقلاب مما ينتج عنه قلة في انتاج الكريات الحمر . كما ان الكريات الحمر للتكون تكون

غير منتظمة الشكل وتصبح اكبر من الحجم الاعتيادي ويفقد جدارها المرئونه وتصبح هشه سهلة التكسر وتعرف هذه الحالة بفقر الدم كبير الكريات Macrocytic Anemia او يسمى بفقر الدم ضخم الاروم Megaloblastic Anemia وعموما تنصف هذه الحالة من فقر الدم بقله في عدد الكريات البيض والصفائح لان الفيتامينات ايضا تؤثر تأثيرا مهما في تكوين الكريات البيضاء والصفائح .

رابعا : العامل الداخلي المنشأ Intrinsic Factor

تنتجها المعدة وهو مادة بروتينية ومتعددة السكريد (Polysaccharide) ويساعد على امتصاص فيتامين ب ١٢ الضروري لتكوين الكريات الحمر ونضجها . يخزن فيتامين ب ١٢ في الكبد ومنه يذهب الى تقي العظام لاستخدامه في عملية انضاج الكريات الحمر .

تنظيم انتاج الكريات الحمر Regulation of Erythrocyte Production

ينظم المقدار الكلي للكريات الحمر في الدورة الدموية ضمن حدود معينة بحيث يكون هنالك وعلى الدوام عدد كاف من الكريات الحمر لتزويد الانسجة بكمية وافيه من الاكسجين . فان اي عامل يسبب الاقلال من تزويد الانسجة بالكمية المطلوبة من الاكسجين ينبه تقي العظام لانتاج المزيد من الكريات الحمر .

فثلا في حالة فقر الدم الشديد الناتج عن النزف او اي ظرف اخر يبدأ تقي العظام بانتاج الاعداد المطلوبة من الكريات الحمر لتعويض النقص . كما انه في بعض الحالات التي تتطلب انتاج المزيد من الكريات الحمر كما في حالة العيش في المناطق المرتفعة او في مرض عجز القلب والعديد من امراض الرئة يتحول قسم من تقي العظام الشحمي الى تقي احمر لتوليد المزيد من الكريات الحمر .

تفرز الكليتان مادة تسمى بمكونة الحمر Erythropoietin الى الدورة الدموية لتنبيه تقي العظام لانتاج الكريات الحمر .
تتركب مسادة مكونة الحمر من البروتين السكري Glycoprotein ذات الوزن الجزيئي الذي يبلغ حوالي ٢٣,٠٠٠ .

وتنتج كميات قليلة من مكونة الحمر بوساطة انسجة الجسم الاخرى وأعضائه كالکبد . ويحدث العکس فإذا نقل الشخص الى ظرف تزداد فيه كمية نقل الاكسجين الى الانسجة اكثر من الحد الطبيعي ففي هذه الحالة يقل انتاج الكريات الحمر وربما تصل نسبة الانتاج الى الصفر في خلال عدة ايام الى ان يتحلل قسم من الكريات الحمر نتيجة انتهاء دورة حياتها عند ذلك يبدأ تقي العظام بالعمل لتعويض النقصان الحاصل في عددها .

معدل حجم الكرية الحمراء (M.C.V.)

ان معدل حجم الكرية الحمراء يمكن حسابه وذلك بقسمة حجم الكريات الحمر في ١٠٠ سم^٣ على عدد الكريات ١٠٠ سم^٣ من الدم . يبلغ معدل حجم الكرية الحمراء في الحالات الطبيعية حوالي ٨٦ ميكرومتر مكعب .

معدل هيموغلوبين الكرية الحمراء الواحد

Mean Corpuscular Hemoglobin (M. C. H.)

يحسب معدل الهيموغلوبين في الكرية الحمراء وذلك بقسمة كمية الهيموغلوبين في ١٠٠ سم^٣ في الدم على عدد الكريات الحمر في ١٠٠ سم^٣ مكعب من الدم . يبلغ معدل هيموغلوبين الكرية الحمراء في الحالات الطبيعية حوالي ٣٠ ميكرومكرو غرام .

معدل تركيز الهيموغلوبين في الكريات الحمر

Mean corpuscular Hemoglobin Concentration (M. C. H. C.)

يمكن حسابه بقسمة الهيموغلوبين بمنفصل الدم . حيث يؤثر هذا كمية الهيموغلوبين في حجم معين من الكريات الحمر ويميز عنه بنسبة مئوية . ويبلغ في الحالات الاعتيادية حوالي ٣٣.٢ غرام في كل ١٠٠ سم^٣ من الكريات الحمر الرصوصه . ويقل معدل تركيز الهيموغلوبين في الكريات الحمر في حالة فقر دم عوز الحديد .

فقر الدم Anemia

يمثل الظرف الذي تكون فيه كمية الهيموغلوبين في الدورة الدموية دون الحد الطبيعي . تسبب فقر الدم عدة عوامل تشمل :-

- ١ . قلة عدد الكريات الحمر .
 - ٢ . قلة الهيموغلوبين الطبيعي او وجود الهيموغلوبين غير الطبيعي في الكريات الحمر .
- ان القلة في عدد الكريات الحمر تسببها عدة عوامل مثل :
- أ . حالات النزف الشديد - فاذا تعرض شخص لحالة نزف حاد فانه يعوض النقصان في حجم البلازما في خلال ثلاثة ايام ولكن يبقى العدد الكلي للكريات الحمر دون المستوى الطبيعي ، واذا لم يتعرض لحالة نزف اخرى فانه سوف يعوض ذلك النقصان في العدد الكلي للكريات الحمر بمحدود ثلاثة اسابيع الى اربعة .
- ب . حالات النزف المزمنة - وغالبا يصاحبها نقصان في كمية الحديد الضرورية لانتاج المزيد من الكريات الحمر . مما ينتج عن ذلك فقر دم عوز الحديد .

ج . فقر الدم اللاتنسجي Aplastic Anemia

ينتج بسبب التعرض لمقادير عالية من الاشعاعات كاشعة غاما واشعة اكس او استئصال بعض المركبات الكيماوية مما يسبب تلف نقي العظام وتوقف عملية انتاج الكريات الحمر وخلايا الدم الاخرى التي ينتجها نقي العظام .

ان وجود الهيموغلوبين غير الطبيعي في الكريات الحمر مثل هيموغلوبين S (Hemoglobin S) السذي يجعل شكل الكريات الحمر على شكل منجل مما تصبح معه هشة وسهلة التحلل عند تعرضها الى مستوى واطئ من الشد الاكسجيني (O_2 -Tension) مما يؤدي الى فقر دم شديد يدعي بفقر السدم المنجلي . Sickle Cell Anemia

ان القلة في عدد الكريات الحمر تسبب الاقلال من لزوجة الدم وفي بعض حالات فقر الدم قد تصل الى حوالي ١/٢ لزوجة الماء مع العلم ان لزوجة الدم الطبيعية تساوي ثلاثة اضعاف لزوجة الماء .

ان القلة في كثافة الدم تقلل مقاومة الاوعية الدموية لجريانه خلالها وان الاقلال من المقاومة المحيطة ينتج عنه رجوع كيات كبيرة من الدم الى القلب مما يسبب زيادة في النتاج القلبي وانخفاض في ضغط الدم مولدة اجهادا للقلب .

وفضلا عن ذلك فإن حالة نقص الأكسج (Hypoxia) الناتجة من القلة في كمية الأكسجين المنقولة بالدم تسبب توسع الاوعية الدموية في الانسجة مما يسبب مجهادا اضافيا للقلب .

كثرة الحمر Polycythemia

هي الزيادة غير السويه في عدد الكريات الحمر ، وتلك الزيادة اما تكون نتيجة للاستجابة لقلّة الأكسجين في هواء التنفس والذي يؤدي الى افراز مادة مكونة الحمر التي تنبه نقي العظام لانتاج الكريات الحمر . وتسمى هذه الحالة بزيادة الكريات الحمر الفزيولوجيه Physiological Polycythemia .

اما زيادة الكريات الحمر للمرضية Pathological Polycythemia فهي حالة غير طبيعية ناتجة عن النشاط غير الطبيعي لنقي العظام مؤديا الى انتاج اعداد كبيرة من الكريات الحمر وتلك الزيادة تسبب زيادة في لزوجة الدم مما ينتج عنه زيادة في ضغطه والتقليل من سرعة جريانه مسببا حالة الزراق (Cyanosis) .

سرعة (معدل) تثفل الكريات الحمر

Erythrocyte Sedimentation Rate (E.S.R.)

سبق ان ذكرنا ان الكريات الحمر تسيح في سائل البلازما ، وهي اثقل منه وزنا، وتثفل بصورة بطيئة اذا تركت فترة من الوقت. فثلا اذا وضع دم مضاف اليه مادة مانعة للتخثر في انبوبة زجاجية وثبتة بصورة عمودية وترك لمدة ساعة يلاحظ ان الكريات الحمر تثفل في قعر الانبوبة تاركة البلازما وتزداد عملية التثفل مع الزيادة في الوقت وهذا يدل على ان للكريات الحمر سرعة تثفل معينة تتراوح في الذكور من ٣ - ٥ ميلي متر في الساعة وفي الاناث من ٤ - ٧ ميلي متر في الساعة .

ان عملية تثفل الكريات الحمر تحدث في ثلاث مراحل ففي المرحلة الاولى تميل الكريات الحمر الى التجمع والقرص معا مشكلة تجمعات تعرف بظاهرة رولاكس (Rouleaux phenomenon) وتترسب بصورة بطيئة . اما في المرحلة الثانية فتزداد سرعة التثفل وفي المرحلة الثالثة ويسبب تراص الكريات الحمر تقل سرعة التثفل .

ان ظاهرة تجمع الكريات الحمر وترصها مرتبطة بتركيز الفيرينوجين وكية الغلوبين فكلما زادة كية الفيرينوجين في الدم والغلوبين في البلازما ازدادت ظاهرة تجمع الكريات الحمر وترصها .

يزداد معدل تشغل الكريات الحمر في العديد من الحالات غير المرضية (الحالات الوظيفية) اذ يزداد اثناء الفترة الحوضية عند النساء وكذلك اثناء الحمل سواء كان الحمل طبيعيا او غير طبيعي .

يزداد معدل تشغل الكريات الحمر في الحالات المرضية كما في حالة مرض السل والتهاب المفاصل المزمن وكذلك يزداد في الاصابات الحادة والمزمنة والامراض الخبيثة نتيجة لوجود بروتينات غير طبيعية في البلازما .

ان معدل تشغل الكريات الحمر يمكن ان يصل الى حد الصفر كما في حالة كثرة الحمر . ان حساب معدل سرعة تشغل الكريات الحمر يمكن ان يساعد في تشخيص بعض الحالات المرضية وكذلك يمكن معرفة سير الحالة المرضية او تطورها وذلك عن طريق حساب معدل التشغل دوريا ففي حالة تحسن المريض تقل سرعة تشغل الكريات الحمر .

كريات الدم البيضاء White Blood cells - Leucocytes

تختلف كريات الدم البيض عن الكريات الحمر وذلك باحتواء هيموليها على العضيات الحية فضلا عن وجود النواة وخلوها من الهيموغلوبين . كما انها عديمة اللون واكبر حجما من الكريات الحمر واقل عددا منها حيث تبلغ نسبتها واحد لكل سبعمائه من الحمر . اما عددها فيتراوح بين 4,000 - 11,000 في الملي متر المكعب الواحد من الدم . ان لكريات الدم البيض حركة مستقلة ووظيفتها الرئيسة تنحصر بالدرجة الاساسية بالدفاع عن الجسم وذلك بالتهام الاجسام الغريبة والدقيقة الداخلة للجسم وتكوين الاضداد . ومعدل عمرها في الدورة الدموية يبلغ تسعة ايام . والكريات البيض انواع عديدة تختلف في اشكالها وحجومها . ومعظمها قادر على الالتصاق والحركة الاممية .

تقسم كريات الدم البيض الى قسمين :-

١ . كريات الدم البيض الحبيبة Granulocytes

٢ . كريات الدم البيض غير الحبيبة Agranulocytes

كريات الدم البيض المحببة

تشمل ٧٠٪ من العدد الكلي لكريات الدم البيض . وهي خلايا كروية الشكل وهيوليوي يحتوي على حبيبات تشمل انظيمات هاضمة وهذا مما يمكنها من تحليل الجزئيات الغريبة وإذابتها كالجراثيم لذلك تعتبر الخلايا المحببة خلايا بلاعم (Phagocytes). وكريات الدم البيض المحببة عدة أنواع، حيث أن الخلايا التي تصطبغ حبيباتها الهيمولية بالأصباغ الحمضية كصبغة الايوسين (Eosin) تسمى بالخلايا الحمضة . أما الخلايا التي تصطبغ حبيباتها الهيمولية بالأصباغ القاعدية كصبغة الهيماتوكسليين الزرقاء (Hematoxylin) فتسمى بالخلايا القعدة . أما النوع الثالث من الخلايا المحببة فيسمى بالخلايا المعدلة حيث أنها لا تملأ لاحدى هاتين الصفتين (الايوسين والهيماتوكسليين) بل تتلون بصورة جزئية من كل منهما .

أن النواة في الخلية المحببة مفصصة ويزداد عدد فصوصها بتقدم الخلية في العمر ويمكن مشاهدة ذلك في الخلايا المعدلة لذلك تسمى هذه الخلايا بالخلايا متعددة اشكال النواة (Polymorphonuclear cells) .

أن النواة في الخلية الحمضة قلما تكون منقسمة الى أكثر من فصين ، أما الخلية القعدة فنواتها تظهر تحضرا واحدا يقسمها الى جزأين .

تتكون الكريات البيض المحببة في البالغين من ارومه الخلايا النقوية (Myeloblasts) في نقي العظام الاحمر .

كريات الدم البيض المحببة المعدلة

Neutrophilic Granular Leukocytes

هي اكثر عددا من كافة الانواع الاخرى للكريات البيض وتتراوح نسبتها بين ٥٠ - ٨٠٪ من مجموع الكريات البيض . تمتاز المعدلة باحتوائها على حبيبات دقيقة تنتشر بتجانس في الهوليوي .

الخلايا المعدلة دائمة الحركة . ويبلغ قطرها في العينة الطازجة من الدم بين ٦ - ٨ ميكرومتر ولكن على الشريحة المثبتة يتراوح قطرها بين ٩ - ١٢ ميكرومتر .

تكون الكريات المعدلة الخط الدفاعي الاول ضد العدوى . وذلك بانتقالها الى المنطقة من الجسم التي تحتلها الجراثيم . كما ان عددها في الدم يزداد بسرعة في العدوى الحادة وفي كل الحالات الالتهابية Inflammations التي تتميز بهجرة المعدلة الى الانسجة . وتتصف هذه الخلايا بمقاومتها الفعاله ضد الجراثيم والذيفان Bacteria . And Toxins .

كريات الدم المبيض المحببة الحمضة Eosinophilic Granular Leukocytes

تكون ١ - ٣٪ من المجموع الكلي لعدد الكريات البيض . وحبيباتها الهولوية كبيرة ودائرية الشكل وقد تغطي النواة لهذا تسمى هذه الكريات بالكريات ذات الحبيبات الخشنة . تضطيق تلك الحبيبات بصبغة المايوسين وتظهر حمراء ساطعة اللون . يبلغ قطر الحلية الحمضة حوالي تسع ميكرومتر في الدم النقي وعلى الشريحة المثبتة اثني عشر ميكرومتر .

ان الخلايا الحمضة تؤدي عملها بصورة عامة خارج الدم وتوجد بصورة طبيعية في بطانة الامعاء والرئتين وادمة الجلد وكذلك انجزة اعضاء التناسل الخارجية . والخلايا الحمضة ذات حركة اميبية بطيئة وهي خلايا ملتهمة بعض الشيء ووظيفتها الرئيسة تتلخص بابطال مفعول سموم البروتينات الغريبة التي تدخل الجسم عن طريق الجهاز الهضمي والرئتين . كما ان عددها يزداد في حالات تفاعلات الارجية وفي حالات الاصابة ببعض انواع الطفيليات .

كريات الدم البيض المحببة القعدة Basophilic Granular Leukocytes

هي اقل عددا من كافة الانواع الاخرى للكريات البيض وتصل نسبتها الى حوالي ١٪ من العدد الكلي للكريات البيض . يبلغ قطر الكرية القعدة عشرة ميكرومتر وتحتوي الحلية وغالبا ماتغطي النواة الشبيهة بحرف (S) . وحبيباتها الهولوية كبيرة وتظهر في التحضيرات المجهرية في اغلب الاحيان خارج حدود الحلية وتحتوي الخلايا القعدة على مادة الهيبارين (Heparin) وهي مادة مانعة للتخثر تفرزها في المناطق الملتهبة لمنع تخثر الدم وركوده . فضلا عن ذلك فهي خلايا بلاعم (ملتهمة) ولهذا لها عمل يشبه عمل الكريات الحمضة في حالات الالتهابات والارجية .

كريات الدم البيض غير المحببة

تشمل الخلايا اللمفاوية (Lymphocytes) والخلايا الوحيدة (وحيدة النواة) (Monocytes). تكون هذه الكريات نسبة ٢٠٪ من العدد الكلي لكريات الدم البيض ويتصف هيوليها باحتوائه على عدد قليل جداً من الحبيبات غير المتخصصة لذلك سميت بالخلايا غير المحببة. تتصف كريات الدم البيض غير المحببة بأنويتها ذات الكتلة الواحدة (غير المفصصة) بعكس الخلايا المحببة.

الخلايا اللمفاوية Lymphocytes

تشمل ٢٠ - ٥٠ ٪ من المجموع الكلي لعدد الكريات البيض وهي خلايا كروية ذات هيولي متجانس ونواة دائرية الشكل وكثيفة تحتل كل الخلية تقريباً. تتكون الخلايا اللمفاوية في النسيج اللمفاوي لأعضاء الجسم فضلاً عن تكوينها في تقي العظام. لهذا أن عددها في الأطفال أكثر من عددها في البالغين لأن الأنسجة اللمفاوية عند الأطفال أكثر ما في البالغين.

يعيش جزء من الخلايا اللمفاوية ثلاثة أيام فقط. أما الأكثرية فتعيش من ثلاثة أشهر إلى سنة. ويتفاوت حجمها فمعظمها صغير الحجم يتراوح قطره بين ٦ - ٩ ميكرومتر. أما الخلايا اللمفاوية كبيرة الحجم فعددها قليل ويتراوح قطرها ١٢ - ١٦ ميكرومتر.

صنفت الخلايا اللمفاوية صغيرة الحجم إلى صنفين :-

الصنف الأول: يشمل الخلايا التي تنشأ وتنضج في غدة التوتة (Thymus) وتسمى بنوع ت (T - Lymphocytes) وتعيش هذه الخلايا عشرة أشهر.

الصنف الثاني: يتكون وينضج في تقي العظام والأنسجة اللمفاوية الأخرى وتسمى بنوع

ب (B - Lymphocytes) نسبة إلى جراب فابريسيوس

(Bursa Fabricius)

أن دخول المستضدات إلى الجسم يحفز الخلايا اللمفاوية من نوع ب لتنتج الأضداد والتي يمكنها التفاعل مع المستضدات مما يحطمها بتفاعل مستضدي ضدى.

(Antigen - Antibody Reaction)

ان المستضدات تنبه ايضا الخلايا اللمفاوية من نوع ت ونحوها الى خلايا لمفاوية مولده تتكاثر منتجة خلايا صغيرة وخلايا متخصصة . وهذه الخلايا تهاجم الانسجة والاعضاء الغريبة في الجسم ولهذا تؤثر تأثيرا اساييا ومهما في رفض الجسم للاعضاء المرفسة (Transplantation) .

الخلايا الوحيدة - الخلايا الكبيرة ذات النواة الواحدة

Large Mononuclear Cells or Monocytes

تشمل ٢ - ١٠ ٪ من المجموع الكلي لعدد الكريات البيض وتعتبر اكبر الخلايا الدموية حجما حيث يتراوح قطرها في العينة الطازجة من الدم بين ١٠ - ١١ ميكرو متر اما على الشريحة المثبتة فيتراوح بين ١٨ - ١٠ ميكرو متر .
تشبه الخلايا الوحيدة الى حد كبير الخلايا اللمفاوية الكبيرة فهيوليها متجانس ونواتها تشبه شكل الكلية واحيانا شكل نعل الحصان وغالبا ماتحتوى على طيات او اخاديد وهذا مما يساعد في تميزها .
والخلايا الوحيدة هي خلايا بلام تشبه الخلايا المحببة وتستطيع ابتلاع الجراثيم .
والجزيئات الغريبة . ولها قابلية على الحركة الاميبية والانتقال من الاوعية الدموية الى الانسجة الاخرى حيث تتطور الى خلايا بلام كبيرة .

ابيضاض الدم Leukemia

تتصف هذه الحالة المرضية بالزيادة الهائلة في عدد كريات الدم البيض في الدورة الدموية وقد يتراوح عددها بين ١٥٠٠٠ - ٥٠٠٠٠٠ في الملي متر للمكعب الواحد من الدم . مما سبق ذكره فان انتاج كريات الدم البيضاء يتم من مصدرين هما تقي العظم الاحمر (الخلايا المحببة) والنسيج اللمفاوى (الخلايا اللمفاوية) . فعندما تكون الزيادة في كريات الدم البيض ناتجه عن الورم في تقي العظام (Tumor of Bone Marrow) تسمى هذه الحالة ابيضاض تقوى للنشأ (Myelogenous Leukemia) وتتصف بالزيادة في عدد الكريات المحببة . اما اذا كانت الزيادة في كريات الدم البيض ناتجه عن النشاط المفرط للنسيج اللمفاوي فتسمى تلك الحالة ابيضاض لمفي Lymphatic Leukemia وتتصف بالزيادة في عدد خلايا الدم البيض اللمفاوي .

ان مرض ابيضاض الدم يصاحبه عادة فقر الدم وذلك بسبب نمو الورم السرطاني واحتلاله لمعظم تقي العظم مسببا الاقلال من انتاج كريات الدم الحمر وكذلك الصفائح الدموية مما يزيد من فرصة حدوث حالات النزف عند المريض .
يعتقد بان احد مسببات هذا المرض هو التعرض للاشعاعات Radiation .

مرض ابيضاض الدم نوعان :-

١ . نوع حاد Acute Form

يظهر هذا النوع من ابيضاض الدم بصورة مفاجئة ويتصف بفقر الدم وعادة ترافقه حالات نزف . وتقل استجابته للعلاج او تنعدم .

٢ . نوع مزمن Chronic Form

غالبا ما يحدث هذا النوع في البالغين . والزيادة في عدد الكريات البيضاء اما ان تكون بسبب الابيضاض النقوي المنشأ او الابيضاض اللبني . ويتصف هذا النوع من ابيضاض الدم بالضعف العام والاجهاد وكبر حجم الطحال .
وعموما توجد اربع حالات من مرض ابيضاض الدم وكما يأتي :-

١ . ابيضاض ارومة اللغاوية الحاد Acute Lymphoblastic Leukemia غالبا ما يحدث في الاطفال ويتصف بالزيادة في عدد الخلايا اللغاوية غير الناضجة وفقر الدم بسبب القلة في انتاج الكريات الحمر .

٢ . ابيضاض ارومة النقوية الحاد Acute Myeloblastic Leukemia يمكن ان يحدث في اي مرحلة من مراحل العمر ويتصف بالزيادة في عدد كريات الدم البيض المحببة وكذلك الخلايا المحببة غير الناضجة .

٣ . ابيضاض خلوي لمفاوي مزمن Chronic Lymphocytic Leukemia يحدث هذا المرض عموما في متوسطي العمر والكبار ويتصف بالزيادة في عدد الخلايا اللغاوية الصغيرة الناضجة وحالة فقر الدم اقل حدة مما هي عليها في الحالة الحادة .

٤ . ابيضاض الخلايا النقوية للزمن Chronic Myelocytic Leukemia يحدث عادة في البالغين ويتصف بالزيادة في الخلايا المحببة .

نتيجة للزيادة الهائلة في اعداد الخلايا السرطانية والتي تسبب استهلاك العناصر الغذائية كالفيتامينات والفيتامينات خلايا الجسم الاخرى مما يعرضها الى الوهن والضعف وبالتالي الى التلف مسببة الوفاة .

قلة البيض Leukopenia

تتصف هذه الحالة المرضية بقلة عدد كريات الدم البيض والتي قد يتراوح عددها بين ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ / ميلي متر مكعب الواحد من الدم ترافق حالة قلة البيض بعض الحالات المرضية الحادة كمرض ذات الرئة (Pneumonia) والاصابات بالحمات (Viruses) . كما ان قلة البيض قد يسببها استعمال بعض الادوية والتي ينتج عنها تسم تقي العظم وتتصف هذه الحالة بقلة الكريات الحبيبة مما يقلل من مقاومة الجسم للامراض المجهريه الخبيثة وعادة تكون منطقة النخاع والبنجرة والامعاء معرضة للاصابة بحالة الالتهاب الحاد .

الصفيحات (Blood Platelets) Thrombocytes

وهي كرات هيلويه عديمة اللون اشكالها متعددة فمنها المدورة والبيضوية والمغزلية . وتتولد من خلايا النواء (Megakaryocytes) الموجودة في تقي العظام . ليس للصفيحات الدموية جدار خلوي وكذلك هي خالية من النواة ومراكزها غامقة لاحتوائها على حبيبات هيلويه يتراوح قطر الصفيحة الدموية بين ٢ - ٤ ميكرومتر . اما عددها فيتراوح بين ٢٠٠.٠٠٠ - ٤٠٠.٠٠٠ في الملي لتر الواحد من الدم كما ان عددها يزداد بعد اجراء التارئين الرياضية او الفعاليات العضلية وكذلك يزداد عددها بعد الاصابات المرضية وبعد حصول النزف . عمر الصفيحات في مجرى الدم يتراوح بين ٣ - ٥ ايام وام وظائفها تتلخص في عملية تخثر الدم وانكماش الجلطة Clot retraction .

آلية تجلط الدم (تخثر الدم)

Mechanism of Blood Clotting (Blood Coagulation)

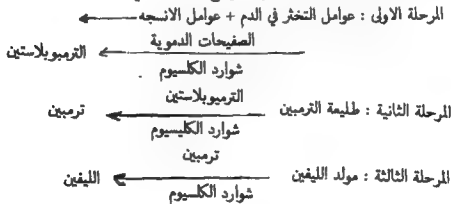
ان الدم الطبيعي يبقى بحالة سائلة داخل الجهاز الوعائي ولا يتخثر ولكن عندما يبدأ نزف الدم من منطقة الجرح او الضرر الذي يصيب الوعاء الدموي تبدا آلية المرقى Hemostatic Mechanism والتي تشمل ثلاث مراحل :-
اولا : يحدث تضيق بالاعوية الدموية في منطقة الاصابة مما يقلل من معدل الدم المفقود من الجرح وكميته ، وتستغرق تلك الفترة حوالي نصف ساعة حيث تبدأ خلالها

آلية تكون الخثرة . ان عملية التضيق تلك لاتحدث بالاوعية الدموية الشعرية لعدم احتواء جدرانها على العضلات الملساء موازنة بالاوعية الدموية الكبيرة .
 ثانيا : تتجمع الصفائح الدموية في منطقة الجرح لتسد الثغرات الصغيرة في الاوعية الدموية وهذا يسمى بسداد الصفائح (Platelets Plug) حيث تؤثر تأثيرا مهما في وقف النزف البسيط كوخزة الابرة كما ان تجمع كتل من الصفائح تكون النقطة التي يبدأ تكون الخثرة عليها .
 ثالثا : عملية تكون الخثرة الدموية تجرى في ثلاث مراحل :

المرحلة الاولى : تتكون فيها مادة الترمبوبلاستين Thromboplastin وتنتج من تفاعل العديد من عوامل التخثر الموجودة في الدم مع عصارات الانسجة خارج الوعاء الدموي المتضرر . كما ان لشوارد الكالسيوم والصفائح الدموية أثر مهم في تلك العملية .

المرحلة الثانية : تشمل تحويل طليعة الترمبين (بروترمبين Prothrombin الى ترمبين (خثرين Thrombin . يحدث هذا التغير نتيجة لوجود الترمبوبلاستين وشوارد الكالسيوم . ان طليعة الترمبين تتكون في الكبد ويوجد فيتامين (K) المرحلة الثالثة : في هذه المرحلة يقوم الترمبين بدور عامل انظلي فيحول مولد الليفين (البرينوجين Fibrinogen) الى الليفين (فبرين Fibrin) وهو الخثرة الدموية والتي تتكون من شبكه من خيوط الليفين تحصر الكريات الحمر والبيض والصفائح الدموية . ان الليفين ينكش بعد فترة قصيرة مما يسبب زيادة في تماسك الخثرة الدموية وشدها مما يوقف نزف الدم بصورة كاملة . ان مولد الليفين هو احد بروتينات البلازما ينتجه الكبد ويوجد بحالة سائلة ولكن يتحول الى الخثرين غير الذائب في حالة التخثر .

ان مراحل تكون الخثرة الدموية توضح بالخطط الآتي :



ان عوامل التخثر تشمل احد عشر عاملا والكليسيوم هو احد تلك العوامل والذي يتطلب وجوده في المراحل الثلاث لتكوين الليفين . ان فقدان والنقص في تركيز اي عامل من تلك العوامل يسبب خللا او قصورا في عملية تخثر الدم مما يسبب التأخير في تكون الخثرة الدموية . كما في حالة مرض الناعور (Hemophilia) ومرض الناعور هو مرض نزف الدم الوراثي الذي يتصف بنقص في تكوين العامل الثامن وهو أحد عوامل التخثر في الدم ويؤثر تأثيرا مهما في المرحلة الاولى لتكوين الخثرة وتقصانه يسبب زيادة في زمن التخثر مما يصبح اطول من مدته الاعتيادية .

ان بلازما الدم تحتوي على العديد من العوامل التي تمنع تجلط الدم بالاعوية الدموية السلبية وتحافظ عليه بشكل سائل حيث يوجد في البلازما مضاد الترمين .

(Plasma antithrombin) والذي يحلل الترمين المتكون في البلازما ويحطمه .

وتحتوي البلازما ايضا على مادة الهيبارين التي تعمل مضادا للتخثر اذ تمنع تحويل طليعة الترمين الى خثرين وكذلك تمنع تحويل مولد الليفين الى ليفين . ان مادة الهيبارين تنتجها الخلايا البدينة (Mast cells) والتي توجد باعداد كبيرة بأنسجة الجسم الضامه . كما ان كريات الدم البيض القعدة ايضا تنتج مادة الهيبارين .

وفضلا عن ذلك توجد انظيمات في الدم (انظيمات حالة الفيرين) Fibrinolytic enzymes والتي تقوم بتحطيم أي ليفين يحتمل تكونه في مجرى الدم وتحليله .

يعتقد ان العامل الاساسي في منع التجلط داخل الجهاز الوعائي هو بسبب الغلاف الظهاري الاملس الذي يبطن الاوعية الدموية والذي يحول دون التصاق مكونات الدم في جدران الاوعية الدموية فضلا عن ذلك فأن بطانة الاوعية الدموية تفرز احد مكونات البروستغلندين (موثين) Prostaglandin والذي يدعى بروتاسايكلين (Prostacyclin) والذي يمنع تجمع الصفائح الدموية .

زمر الدم Blood Groups

يعتبر العام لاندشتاينر اول من قام بدراسة ظاهرة التراص (Agglutination) المستمر والثابت لخلايا دم الانسان بوساطة مصل (Serum) انسان اخر . وفي ضوء تلك الدراسة قم الدم البشري الى اربع مجاميع رئيسة معتمدة على وجود عوامل التراص (التلاز) A و B في غلاف كرياتهم الحمراء وعدم وجودها . والمترص (Agglutinogen) هو بروتين سكري يوجد في غلاف

الكريات الحمر . وتشمل زمر الدم ما يأتي :-

١ . زمرة A (A - Groups)

تحتوي الكريات الحمر لهذه الزمرة على المسترص (A) وأن نسبتها في الاشخاص تبلغ ٤٢٪ .

٢ . زمرة B (B - Group)

تحتوي الكريات الحمر لهذه الزمرة على المسترص (B) وأن نسبتها في الاشخاص تبلغ ٤١٪ .

٣ . زمرة AB (AB - Group)

تحتوي الكريات الحمر لهذه الزمرة على المسترص (A) والمترص (B) . وتبلغ نسبتها في الاشخاص ٢٪ .

٤ . زمرة O (O - Group)


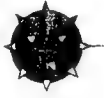
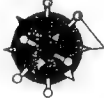





ان كريات الدم الحمر لهذه الزمرة لا تحتوى على المسترص (A) والمترص (B) . وتبلغ نسبتها في الاشخاص ٤٦٪ .

في خلال السنة الاولى من الحياة تتكون في البلازما اعداد لعوامل التراص تسمى الراصات Agglutinins وهي مواد بروتينية (غاما غلوبولين) .

لذا فان زمرة (A) تكون الراصة (b) (Anti - b) في البلازما . وزمرة (B) تكون الراصة (a) (Anti - a) في البلازما اما زمرة (AB) فلا تكون اي راصه في البلازما . اما زمرة (O) فتكون الراصة (a) والراصه (b) (Anti - a+b) في البلازما والراصات لكل من زمرة (A) وزمرة (B) هي كبقية الاضداد والتي تنتجها نفس الخلايا التي تنتج الاضداد في حالة الامراض .

ويعتقد بأن الراصات لكل من زمرة (A) وزمرة (B) تتولد في الجسم نتيجة لدخول كمية قليلة من مسترص (A) ومترص (B) عن طريق الغذاء والجراثيم وكذلك بوساطة طرق اخرى .

وبما سبق ذكره فان الشخص لا يمكن ان يحتوي دمه على المسترص والراصه المضاده له في ان واحد والا حصل التراص . وفي حالة عدم وجود المسترص في الكريات الحمر فان الراصة توجد حتما في بلازما ذلك الدم ، والشكل (٢٥) يوضح تلك العلاقة .

زمره	زمره	زمره	زمره
<p>مستقرس</p> 	<p>مستقرس</p> 	<p>مستقرس</p> 	<p>انقسام مستقرس</p> 
<p>البيرونا</p> 	<p>راسه</p> 	<p>انقسام راسه</p> 	<p>راسه</p> 

الشكل (٣٥)
موضح الراسه والمستقرس في زمره الدم

زمرة ريزس Rhesus Group

اكتشف العالم لاندشتاينز في عام ١٩٤٠ مادة بروتينية اخرى في الكريات الحمر هي المسترص (D) وان ٨٥% من الافراد لديهم هذا المسترص . وتسمى تلك الزمرة بزمرة ريزس الموجب (Rhesus Positive) . سميت بالريزس نسبة الى نوع من القروذ يعرف بقرد ريزس . والتي اكتشف عامل التراص فيها لأول مرة . اما النسبة الباقية من الافراد والتي تبلغ ١٥ % فليس لديهم مسترص (D) في كريات دمهم الحمر وتسمى تلك الزمرة بزمرة ريزس السلبية Rhesus negative . في الاحوال الطبيعية لاتوجد راصه للريزس السلي ولا للريزس الموجب في بلازما الدم. ولكن الشخص من زمرة ريزس السلي يتكون عنده راصه لعامل التراص (D) في حالة تسله دما من زمرة ريزس الموجب . واذا حدث ان استلم مرة اخرى دما من زمرة ريزس الموجب فإن الراصة (D) المتكونه سوف تبقى في دمه طول حياته . ففي هذه الحالة لايتطيع هذا الشخص تلم دم من زمرة ريزس الموجب لانه في حالة تسله دما من زمرة ريزس الموجب سوف يحصل التراص بفعل المواد المضاده (الراصات) لعامل التراص (D) والتي تكونت في مصل الشخص المتسلم عند التقائها معه .

ان الشخص من زمرة ريزس الموجب بإمكانه تلم دم من زمرة ريزس الموجب او من زمرة ريزس السلي بسبب عدم وجود راصه للمسترص (D) في دمه وكذلك لايمكنه تكوينه .

أن للمسترص (D) اهمية خاصة في حالات الزواج والحمل فمثلا اذا تزوج شخص يحمل ريزس الموجب امرأة تحمل ريزس السلي ففي هذه الحالة سوف يرث الجنين عامل ريزس الموجب من ابيه وعند مرور ذلك العامل من الجنين الى دم امه من خلال السخند (Placenta) ففي هذه الحالة سوف يتكون في دم الام العامل المضاد (راصه D) للمسترص (D) وهذا العامل سوف ينفذ الى الدورة الدموية للجنين عبر حاجز السخند مسببا حصول التراص بين الكريات الحمر ثم اخلالها وتخطمها مما يسبب خطرا على الجنين . وتم معالجة هذه الحالة عادة باستبدال دم الطفل وتحويله مؤقتا من ريزس موجب الى ريزس سلي . والريزس السلي لايتأثر بمضاد (D) وبعد فترة يعود دم الطفل الى حالاته السابقة (ريزس موجب) وبهذا العلاج فإن حياة الطفل قد انتقت .

عملية نقل الدم Blood Transfusion

تعتبر عملية نقل الدم من العمليات المهمة اذ بواسطتها من الممكن انقاذ حياة الشخص وبمكسها قد يتعرض الشخص الى اعراض خطيرة حيث ان نقصان الحاد في كمية الدم في الجسم ينتج عنه الاقلال في تزويد خلايا الجسم بالكمية المطلوبة من المواد الغذائية والاكسجين . في عملية نقل الدم من شخص لآخر فان الكريات الحمر في دم الشخص المتسلم لاتتأثر ولايحصل فيها التراص ولكن التراص يحدث بين الكريات الحمر المنتقلة مع الاجسام المضادة لها (الراصات) في دم الشخص المتسلم ففي هذه الحالة لايجوز نقل هذا الدم اليه لانه غير متوافق مع دمه . اما اذا لم يحدث التراص فهذا يعني ان الدمين متوافقان ويجوز الاعطاء من الاول الى الثاني ولكن هذا لايعني انه من الممكن الاعطاء من الثاني الى الاول .

ان سبب ترavas الكريات الحمر وتكسرها يعود الى العامل المسترص في اغشية الكريات الحمر مما يسبب ترavas الكريات الحمر بعضها مع بعض اذا التقت مع مضاد لها في بلازما الشخص المعطى له . ومن الممكن حدوث التراص في الاوعية الدموية الصغيرة للكليتين مما يسبب توقف عملها ويؤدي الى الشيبوية ثم الوفاة .

توجد بعض النقاط المهمة يجب ملاحظتها في حالة نقل الدم :-
اولا : يمكن نقل الدم من شخص الى اخر اذا كانا من نفس الزمرة .

ثانيا : ان اي شخص من زمرة (AB) يمكنه تسلم دم من كافة الزمر الاخرى - لهذا تسمى تلك الزمرة بالمتلقي العمومي (Universal Recipients)
كما ان دم تلك الزمرة يعطى فقط لمن كان من نفس الزمرة (AB) .

ثالثا : ان زمرة (O) تسمى بالمعطي العمومي (Universal Donors)
حيث ان اي شخص من نفس هذه الزمرة يمكنه ان يعطي دما الى كافة الزمر
ولكن لا يستطيع ان يتسلم دما من زمرة اخرى باستثناء زمرة .

وبعد معرفة زمرة كل من دم المعطي والمتلقي يجب اجراء اختبار التوافق Cross matching لمعرفة مطابقة دم المعطي مع دم المتلقي .والشكل (٢٦) يوضح هذا الاختبار .

زمرة دم المتلقي

(بلازما أو مصل)

		AB	A	B	O
دم الممتلي	زمرة				
	A				
	B				
	O				

الممتلي

		O	A	B	AB
المتلقي	O	+	-	-	-
	A	+	+	-	-
	B	+	-	+	-
	AB	+	+	+	+

+ = مطابق

- = غير مطابق

الشكل (٣٦) اختبار التوافق

الالتهاب Inflammation

يعني بالالتهاب استجابة الجسم للموضعية للآذى الذي يصيب اي نسيج من انسجته .
ومسببات الالتهاب تشمل :-

- ١ . الاحياء المجهرية مثل الجراثيم والحماة . يسمى الالتهاب الذي تسببه الاحياء المجهرية بالحمى .
- ٢ . الرضخ (Trauma) المسبب بالعوامل الميكانيكية .
- ٣ . العوامل الكيميائية والفيزيائية مثل الحموض القوية والقواعد القوية والحرارة والبرودة والاشعاعات المتأينة .
- ٤ . وجود الانسجة المتخثرة او الحبيشة داخل الجسم .
- ٥ . المناعة الذاتية Autoimmunity حيث يرافق الالتهاب الاستجابة المناعية لبروتينات الجسم او البروتينات الغريبة .

علامات الالتهاب Signs of inflammation

لكي يقال عن نسيج ما أنه ملتهب يجب توفر العلامات الآتية فيه ولكن ليس بنفس الدرجة من الشدة والوضوح :-

١ . الاحمرار Redness

٢ . التورم Swelling

٣ . الحرارة Heat

٤ . الألم Pain

■ . فقدان الكلي او الجزئي لوظيفة النسيج الملتهب Loss of Function

آلية الالتهاب Mechaniam Of Inflammation

عند حصول تلف لبعض خلايا النسيج نتيجة الآذى فأن الخلايا السالفة تحرر عدة مواد بما فيها مادة المستامين Histamine في الحيز الخلالي .
ان مادة المستامين تسبب زيادة في جريان الدم في منطقة الالتهاب نتيجة للتوسع الذي تحدثه في الاوعية الدموية وكذلك تزيد من نفوذية الاوعية الشعرية الدموية في تلك المنطقة .

أن الزيادة الكبيرة التي تحدث في نفوذية الاوعية الدموية الشعرية تسبب خروج كميات كبيرة من سوائل البلازما والتي تحتوى على مولد الليفين وبروتينات اخرى الى الحيز الخلالي . ان تجمع تلك السوائل يؤدي الى تورم منطقة الالتهاب . اما الزيادة في جريان الدم في منطقة الاصابة فتسبب الاحرار الملازم للالتهاب وزيادة درجة الحرارة السطحية .

لمنع انتشار الجراثيم وسمومها من منطقة الاذى الى الانسجة المجاورة فان افرازات الخلايا المصابة تحتوى على العامل النسيجي الذي يشترك في تكوين الانظم المنشط لطليمة الترمبين Prothrombin Activator Enzyme وهذا الانظم يحول طليمة الترمبين المترشح من الاوعية الدموية الشعرية في منطقة الاصابة الى الترمبين . والترمبين بدوره يساعد في تحويل مولد الليفين في السائل الخلالي الى الليفين غير الذائب . وهذا التجلط الذي يحدث في السائل الخلالي يعمق انتشار الاحياء المجهرية الخمجية او سمومها من منطقة الاذى الى الانسجة المجاورة .

حالما يتسرب سائل البلازما في الحيز الخلالي فان الدم في الاوعية الدموية الشعرية المجاورة الى منطقة الاذى يصبح اكثر كثافة وتزداد لزوجته . ان خلايا الدم والاحص خلايا الدم البيض والتي توجد بصورة طبيعية في مجرى الدم لهذه الاوعية تميل الى الالتصاق بجدرانها . وخلايا الدم البيضاء تجذب بواسطة المواد الكيماوية المتحررة من الخلايا المصابة بالاذى او الجراثيم الموجودة في منطقة الاصابة تصل كريات الدم البيضاء من الاوعية الدموية الشعرية الى منطقة الاذى بواسطة حركتها الاميبية وتبدء بالتهام الجراثيم وحطام الخلايا النافقة .

يفرز النسيج الملتهب مواد بروتينية (مكون البيض Leukopoietin) تحفز نقي العظام لانتاج اعداد كبيرة من كريات الدم البيض ولهذا فان الزيادة في عدد كريات الدم البيض تعتبر احد المؤشرات على حدوث الالتهاب .

قد يحدث التقيح في النسيج الملتهب . والتقيح (Pus) هو تجمع كريات الدم البيض الميتة والجراثيم والانسجة المتتخرة . تقوت كريات الدم البيض بعد التهامها اعدادا من الجراثيم وخلايا الانسجة النافقة .

ان اعادة الانسجة التي اتلفت بالالتهاب واصلاحها وترميمها تم في عدة مراحل تبء اولاً بازالة مسبب الالتهاب . ففي حالة الخمج تزال الاحياء المجهرية الخمجية او سمومها

بوساطة الجهاز المناعي ، وحالما يبدأ الاقلال من اذى النسيج فإن الزيادة في معدل جريان الدم له تقل ثم تختفي .
وتختفي الوذمة (edema) تدريجيا حيث يعاد امتصاص السوائل الزائدة من الحيز الخلالي الى الدورة الدموية .
اما كريات الدم البيض الميته والنسيج المتنخر والجراثيم فتم ازلتها بوساطة عملية الالتهام .
بينما تقوم انظيمات خاصة بتحليل الليفين المتجلط في الحيز الخلالي ويعاد امتصاص نواتج ذلك التحلل .
يتم تعويض الانسجة التالفة اما بتكاثر نفس خلايا النسيج بوساطة عملية الانقسام الفتيلي او بحلول نسيج ليفي مكان النسيج التالف محدثا بذلك ندبه Scar .

الارجية Allergy

تمثل تفاعلا مناعيا غير طبيعي استجابة لبعض انواع من المستضدات الداخلة لانسجة الجسم والذي قد ينتج عنه التلف النسيجي .
وهي المستضدات والتي لها القابلية على توليد تفاعل فرط التحسس (Hypersensitivity) تسمى بالارجينات . والارجينات اما ان تكون مواد بروتينية او دهنية او مواد كيميائية مثل حبوب الطلع وذرات الغبار ومموم الحشرات وبعض الادوية مثل البنسلين .

آلية الارجية Mechanism of Allergy

توجد عدة اليات لنشؤ فرط التحسس ولكن اهمها مايعرب بتفاعل التساقط Anaphylactic Reaction فعند تعرض الشخص للارجين لأول مرة فإن جهازه المناعي يتحفز لانتاج نوع من الاضداد يعرف بالغلوبيلين المناعي نوع E (IgE) حيث يتحد الارجين بهذا الضد (IgE) مكونا مركبا وهذا المركب بدوره يتصل بمستقبلات على اغشية الخلايا القعدة والخلايا البدينه ، تعرف هذه العملية بالتحسيس (Sensitization) .

والخلايا البدنية هي خلايا كبيرة الحجم تحتوي على حبيبات وتنتشر في أنسجة الجسم وعلى جدران الأوعية الدموية الخارجية .

إذا تعرض الشخص مرة ثانية إلى نفس الأرجين فالمركب الذي يكونه الأرجين مع (IgE) سيتصل بنفس الطريقة مع المستقبلات على غشاء الخلايا البدنية مسببا طرح حبيباتها إلى الأنسجة المحيطة بها ، والحبيبات تحتوي على مادة المستامين ومواد أخرى. واعتادا على موضع هذا التفاعل في أنسجة الجسم تتكون لدينا صور مختلفة لفرط التحسس أو الأرجية . فثلا عند حدوث هذا التفاعل في جهاز الدوران فإن الكريات الكبيرة من المستامين المطروحة نتيجة هذا التفاعل تؤدي إلى توسع مفاجي في الأوعية الدموية محدثة انخفاضاً في ضغط الدم ومسببة صدمة التآقي Anaphylactic Shock والمثال الشائع على ذلك هو إعطاء حقنه من عقار ما حيث يكون الشخص حساساً لهذا العقار مثل البنسلين. أما في حالة حمى الكلاء Hay Fever فإن هذا التفاعل يحدث في البطانة المخاطية للأنف والجيوب الأنفية وينتج عن ذلك التهاب يتصف باحمرار وتورم وحكة وعطاس ورشح مائي من الأنف وقد يحدث هذا التفاعل في القصبات الهوائية مسببا تضيقها والتهاب بطانتها كما هو الحال في مرض الربو القصبي والذي يسبب صعوبة في دخول الهواء إلى الرئتين وخروجه منها .

يتضح من كل ماسبق ذكره بأن الأرجية تعتمد على عدة عوامل :-
١ . التفاير الشخصي لواحد أو أكثر من الأرجينات فالبعض من الناس يصاب بالأرجية عند تعرضه لذرات الفبار والبعض الآخر للدوية أو بعض أنواع الطعام .

٢ . كمية الأرجين الداخل للجسم ومن البديهي أنه كلما كانت الجرعة عالية كان التفاعل أكثر شدة .

٣ . طريقة دخول الأرجينات إلى الجسم وموقع تفاعلها فثلا. دخول الأرجين بواسطة الحقن إلى جهاز الدوران قد يسبب صدمة التآقي والتي قد تؤدي إلى الوفاة ، أما حمى الكلاء فلا تؤدي إلى أكثر من الأعراض التي سبق ذكرها . يمكن التعرف على الأرجين للسبب للأرجية بواسطة اختبار الجلد ، حيث تحقن كمية صغيرة من الأرجين المتوقع في الجلد فإذا ظهر تورم واحمرار في منطقة الحقن عرفنا أن هذا الأرجين هو السبب للأرجية .

تعالج الارجيه بعدة طرق تشمل :-

١ . ازالة التحسس Desensitization وذلك بحقن كيات صغيرة من الارجين تحت الجلد وعلى فترات معينة ثم تزداد هذه الكيات تدريجيا ، ويعتمد ان حقن الارجين تحت الجلد يحفز الجهاز المناعي لتكوين الاضداد من نوع (IgG) والتي تبطل تأثير المركب المتكون من اتحاد الارجين مع (IgE) .

٢ . تستعمل بعض الادوية لمنع طرح الحبيبات من الخلايا البدينة مثل مادة الصوديوم كروموغلايكيت Sodium Cromoglycate .

٣ . تستعمل مضادات الهستامين التي تمنع اتصال الهستامين مع مستقبلاته الخاصة في خلايا الجسم مثل خلايا الاوعية الدموية والقصبات الهوائية .

الفصل الخامس

الجهاز القلبي الوعائي

المقدمة .

القلب :

مكونات القلب
التركيب الدقيق للياف القلب
مضخة القلب
تكوين الدفعة القلبية
فعل كامن العضلة القلبية
مخطط كهربائية القلب
الدورة القلبية
النتاج القلبي
اصوات القلب
تنظيم اداء القلب
الاوعية الدموية :

انواع الاوعية الدموية
النبحض الشرياني
ديفنيات الدم
ضبط الدم
قياس ضغط الدم
العوامل التي تؤثر على ضغط الدم
العوامل التي تساعد في ادامة الدورة الدموية .
الدوران خلال نواحي خاصة :
الدوران الاكليلي
الدوران في العضلات الهيكلية
الدوران الجلدي
الجهاز اللمفي .

الجهاز القلبي الوعائي Cardiovascular System

المقدمة :

ان الجهاز القلبي الوعائي هو جهاز مغلق يتكون من قنوات (أوعية دموية) تحمل الدم من القلب الى الانسجة ثم الى القلب مرة ثانية . يتكون هذا الجهاز من الدوران الجموعي والدوران الرئوي .

ان ام وظيفة للجهاز القلبي الوعائي هو ضخ الدم الحمل بالمواد الغذائية والاكسجين وإيصاله الى مختلف خلايا الجسم وكذلك إيصال الدم الى بعض الاعضاء المتخصصة بالجسم (الكلى والرئتين) لازالة مخلفات عملية الاستقلاب وطرحها .

كذلك يساعد في تنظيم حرارة الجسم واستقرارها من خلال توسع الاوعية الدموية في الجلد للتخلص من الحرارة الزائدة او تقلصها للحفاظ على حرارة الجسم .

ومن الجدير بالذكر هو الاكتشاف الحديث بان القلب يعمل كفهد صماء كما سيهد ذكره لاحقا .

يتكون الجهاز القلبي الوعائي من القلب والاوعية الدموية .

القلب The Heart

يعمل القلب بصورة رئيسة كمضخة لدفع الدم الى كافة اعضاء الجسم خلال الدوران الجموعي والدوران الرئوي .

يكون عمل القلب بصورة عامة ذاتيا او تلقائيا وبدون توقف . اذ ان تقلص عضلات القلب وارتخاها يكونان مسترئين ذاتيا وبصورة منتظمة ليس بعد ان يتم قطع جميع الاعصاب المتصلة به فقط وانما حتى اذا تم تقطيعه الى قطع صغيرة .

ان معدل ما يضخه القلب من الدم هو حوالي خمسة لتار لكل دقيقة وقت الراحة وحوالي خمسة وعشرين لترا لكل دقيقة وقت التمرين الرياضي .

ومن الجدير بالذكر هو ان القلب يضرب او ينبض حوالي 75×90 ويضخ حوالي 4.0 مليون لتر من الدم من كل بطين وبدون توقف خلال حياة الانسان .

مع تطور العلم في مجالات البحوث الطبية ثبت حديثا بان القلب يعمل كفهد صماء ايضا حيث يصنع بعض الهرمونات التي لها وظائف حيوية عديدة ويفرزها . ان

الزيادة او النقصان في هذه الهرمونات عن مستواها الطبيعي تقترن مع العديد من الامراض وخاصة تلك التي تتعلق بالقلب والاوعية الدموية كفقر ضغط الدم وتسارع الاذين وعجز القلب . ونظرا لاكتشاف هذا الهرمون في الاذين وليس في البطين لذا يسمى بالبيبتيد الاذيني Atriopeptin والذي يساهم في زيادة طرح البول وافراغ الصوديوم وكذلك يعمل على استرخاء العضلات للمساء الموجودة في الاوعية الدموية والامعاء .

وبما انه يعمل على افراغ الصوديوم لذا يسمى ايضا بالمامل المفرغ للصوديوم Atrial Natriuretic Factor . وقد اكتشفت عدة اشكال (عائلة) من هذه البيبتيدات من اذين قلب الانسان يتراوح وزنها الجزيئي بين ٣٠٠٠ - ٦٠٠٠ ولها نصف عمر يتراوح بين ٢ - ٣ دقيقة .

مكونات القلب

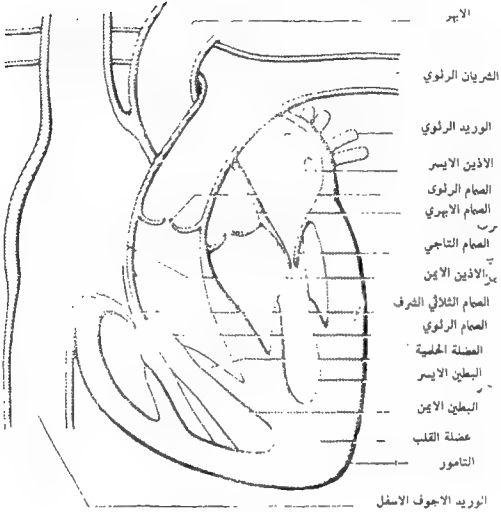
- يتكون القلب وكما هو موضح في الشكل (٣٧) من اربعة تجاويف . الاذنين two atria (لها جدار عضلي رقيق) والبطينين two ventricles (لها جدار عضلي سميك) يوجد في القلب اربعة صمامات (لمنع رجوع الدم في الاتجاه المعاكس) :-
- ١ . الصمام التاجي mitral valve ويقع بين الاذين الايسر والبطين الايسر ويتكون من شرفتين two cusps .
 - ٢ . الصمام الثلاثي الشرف Tricuspid valve ويقع بين الاذين الايمن والبطين الايمن .
 - ٣ . الصمام الاهري aortic valve ويقع في بداية الشريان الاهر الذي يخرج من البطين الايسر . ويتكون من ثلاث شرف .
 - ٤ . الصمام الرئوي pulmonary valve ويقع في بداية الشريان الرئوي الذي يخرج من البطين الايمن ، ويتكون من ثلاث شرف .

يقع القلب داخل كيس التامور pericardial sac وهو تجويف مصلي .

يتكون جدار القلب من ثلاث طبقات :

- ١ . الشغاف (الطبقة الداخلية) ، endocardium
- ٢ . عضل القلب (الطبقة الوسطى) ، myocardium
- ٣ . النخاب (الطبقة الخارجية) ، epicardium

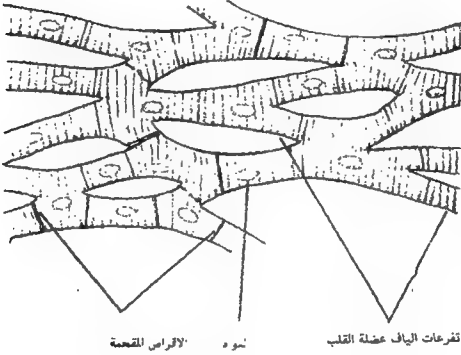
نوربد لاجوف الاعلى



الشكل (٢٧) : مكانات القلب

التركيب الدقيق للياف عضلة القلب

تتكون عضلة القلب من نوع خاص من الاليف (الخلايا) العضلية المخططة اللاارادية كما هو موضح في الشكل (٢٨) .



الشكل (٢٨)

عضلة القلب

اللياف عضلة قلب

يحتوى الليف العضلي على نواة كبيرة الخج تقع في وسط الخلية ، ويوجد احيانا اكثر من نواة واحدة . كما يحتوى الليف العضلي القلبي على مقدرات اكثر عددا واكبر حجما مما هو عليه في الاليف العضلية الهيكلية .
 يكون الليف العضلي القلبي غنيا بالميولى العضلية الغنية بالتليكوجين .
 اما جهاز النبضات المتعرضة فيه فيكون كبيرا وواضحا ويقع بمستوى الاقراص المتحمة intercalated discs في منطقة خطوط Z (Z-lines) .
 تشابه الاليف العضلية القلبية والاليف العضلية الهيكلية باحتوائها على اللييفات

fibrills المتوازية والتي تتألف من الخيوط الغليظة (المبوزين) والخيوط الدقيقة (اللاكتين) .

تتميز الألياف العضلية القلبية بأنها تتفرع وتتلاقى وكذلك بوجود خطوط عريضة تسمى الأفراس المقعنة التي تمثل مناطق اتصال متخصصه بين نهايات الألياف العضلية القلبية . حيث يتم من خلالها انتقال الدفعات بصورة سريعة بين ليف عضلي واخر لكونها ذات مقاومة وأطئة لمرور التيار خلالها . وهذه الخواص جعلت القلب يعمل وكأنه كتلة واحدة .

وفضلا عن الألياف العضلية القلبية النموذجية يوجد في القلب جهاز من الياف غنية بمادة الفليكوجين ، تحاط بطبقة رقيقة من النسيج الضام . ان هذه الألياف هي الياف عضلية قلبية متحورة لتتخصص في توصيل الدفعة المحفزة للانتقباض من جزء الى اخر من القلب لذا تسمى بجهاز التوصيل conductive system ويتكون هذا الجهاز من العقدة الجيبية الأذينية والعقدة الأذينية البطينية وحزمة هيس وكما هو موضح في الشكل (٣٩) وكما يأتي :-

١ . العقدة الجيبية الأذينية : Sino - atrial node

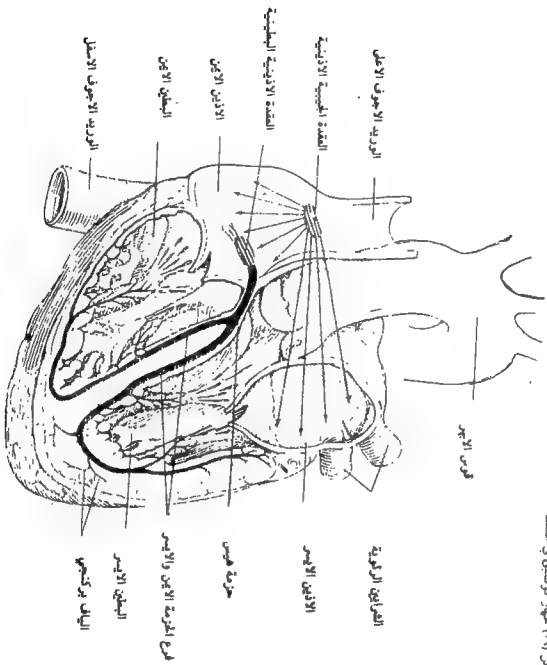
والتي تقع عند مدخل الوريد الأجوف الأعلى في الأذين الأيمن . ان ألياف هذه العقدة تندمج وتستمر مع الياف الأذين المحيطة بها مما يسهل من انتقال وانتشار الدفعات منها الى الأذنين .

ان سرعة انتشار الدفعات في الياف العضلة الأذينية تبلغ حوالي ٠.٣ متر / ثانية . يتم ايصال الدفعات من الأذين الأيمن الى الأذين الأيسر عبر حزمه من الألياف الموصلة الرقيقة المسماة بالحزمة بين الأذنين الامامية anterior intertrial band حيث تبلغ سرعة ايصال الدفعات خلالها ١ متر / ثانية .

وفضلا عن ذلك فان ايصال الدفعات من العقدة الجيبية الأذينية الى العقدة الأذينية البطينية يتم بواسطة ثلاث حزم اخرى من هذه الألياف المتخصصة الموصلة وتسمى الحزم بين العقد الامامية والوسطى والخلفية .

anterior , middle and posterior internodal bundles

الشكل ٢٨٩ جهاز توصيل في القلب



٢ . العقدة الاذينية البطينية atrio - ventricular node

توجد في جدار الاذنين الايمن قرب الحاجز بين الاذنين . ان سرعة انتقال الدفعات خلال هذه العقدة تبلغ حوالي ١ متر / ثانية . اي ان هذه العقدة تساعد في تأخير اصال الدفعات من الاذنين الى البطينين ولهذا توفر وقتا كافيا للاذنين لتفريغ محتوياتها الى البطينين قبل ان يبدأ تقلص البطينين .

٣ . حزمة هيس Bundle of Hiss :

تخرج هذه الحزمة من العقدة الاذينية البطينية لتتد على طول الحافه الخلفية للحاجز الفاصل بين البطينين حيث تتفرع الى كل من فرع الحزمة الايمن والايسر right and left bundle branch ثم تتشأ الياف من تلك الحزمتين لتنتشر خلال عضلة البطينين مكونة مايسمى الياف بركنجي Perkinj fibers والتي تقع تحت الشغاف . حيث منها تنتقل الدفعات الى الالياف العضلية البطينية فتؤدي الى تقلصها .

مضخة القلب

يضخ القلب الدم الى مختلف انسجة الجسم وأعضائه عبر الدوران المجموعي والدوران الرئوي .

الدوران المجموعي The systemic circulation : ان الدم القادم من الرئتين الى الاذنين الايسر عبر الاوردة الرئوية الاربعة يكون مشبعاً بالاكسجين . بعد نزول الدم من الاذنين الايسر الى البطين الايسر يتم ضخه الى الشريان الاهر ثم الى الشرايين فالشرينات ثم الاوعية الشعرية في الانسجة (التي يتم خلالها تبادل الغازات) حيث يتم تزويد الانسجة بالاكسجين وازالة ثاني اكسيد الكربون منها وهذا يصبح لون الدم احمر قاتماً ثم بتجميع الدم في السوريدات ثم الاورده ليصب في الاذنين الايمن عبر الوريد الاجوف الاعلى والوريد الاجوف الاسفل Superior and inferior venacava .

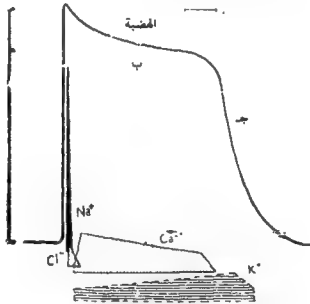
الدوران الرئوي The pulmonary circulation : ان الدم العائد الى الاذنين الايمن يدخل الى البطين الايمن ثم يتم ضخه عبر الشريان الرئوي الى الرئتين حيث يتم ازالة ثاني اكسيد الكربون منه وتزويده بالاكسجين ولذا يصبح لون الدم احمر قانياً . ثم يتجمع الدم من الرئتين ليعود بواسطة اربعة اورده رئوية الى الاذنين الايسر .

تكوين الدفعة القلبية :

ان كل جزء من اجزاء جهاز التوصيل له القابلية على توليد الدفعات ولكن سرعة توليد هذه الدفعات تختلف من جزء الى آخر حيث تكون اسرعها (بمعدل حوالي ٧٠ - ٩٠ دفعة / دقيقة) في العقدة الجيبية الاذينية وابطأها في تفرعات بركنجي (٣٠ - ٤٠ دفعة / دقيقة) ، نظرا لسرعة تكون الدفعة في العقدة الجيبية الاذينية فانها تنتقل الى باقي اجزاء القلب قبل ان تتكون اي دفعة اخرى من باقي اجزاء جهاز التوصيل . وبهذا تمنع تكون اي دفعة اخرى في هذه الاجزاء ، ولذلك سميت العقدة الجيبية الاذينية بناظم القلب Cardiac Pacemaker .

فعل كامن العضلة القلبية :

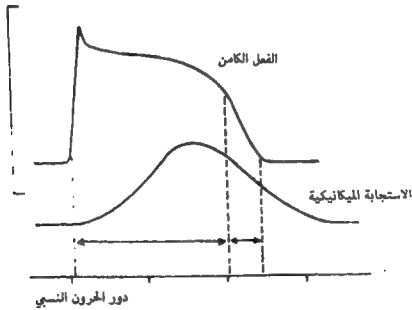
يبلغ كامن الراحة للعضلة القلبية حوالي ٨٠ ميلي فولت . عند وصول الدفعة (المنبه) الى العضلة القلبية يحدث الفعل الكامن فيها وعلى المراحل الاتية م كما هي موضحة في الشكل (٤٠) .



الشكل (٤٠) : فعل كامن العضلة القلبية .

اولا : ازالة الاستقطاب (أ) Depolarization : تحدث نتيجة للزيادة في نفوذية الغشاء لشوارد الصوديوم وتشابه هذه المرحلة تلك التي تحدث في فعل كامن العضلات الهيكلية والاعصاب والتي تستغرق حوالي ٢ ميلي ثانية .

ثانيا : مرحلة اعادة الاستقطاب Repolarization : تكون بطيئة في بدايتها مكونة ما يسمى بالمهضبة (ب) Plateau . حيث تحدث هذه نتيجة الزيادة البطيئة والتدرجية في نفوذية الغشاء لشوارد الكالسيوم مما يسبب اطالة في دور الحرون (تصل الى حوالي ٢٠٠ ميلي ، ثانية) وتسمى هذه الفترة بدور الحرون المطلق كما في الشكل (٤١) . اذ ان خلال هذه الفترة لاستجابة العضلة القلبية لا ي.منبه اخر ولهذا تتفادى العضلة القلبية التقلص الكزازي والتعب . ثم تتبع المهضبة مرحلة اعادة الاستقطاب السريعة (ج) والتي تنتج بسبب الزيادة المتأخرة في نفوذية الغشاء لشوارد البوتاسيوم . في المراحل الاخيرة في هذا الجزء يمكن تنبيه العضلة القلبية اذا تعرضت الى منبه قوى جدا وتسمى هذه الفترة بدور الحرون النسبي .



• دور الحرون المطلق

الشكل (٤١)

علاقة فعل كامن العضلة القلبية مع استجابتها الميكانيكية

ان الياف جهاز التوصيل تنصف بعدم استقراريتها (اي عدم استقرار اغشية اليافها لنفوذ الشوارد وخاصة شوارد الصوديوم والبوتاسيوم) والتي تؤدي الى تولد الدفعات الذاتية automaticity والتي تنصف بكونها منتظمة rhythmically .

مخطط كهربائية القلب (ECG) Electrocardiogram

ان نشوء الدفعات من العقدة الجيبية الاذنية وانتشارها الى الالياف العضلية القلبية في الاذنين ثم البطينين يرافقه نشوء فعالية كهربائية (تغير في الفولتية الكهربائية) التي تنتشر من القلب الى الانجحة المحيطه به والتي يمكن قياسها من سطح الجسم بواسطة جهاز حساس جدا يدعى ماكنه تخطيط كهربائية القلب electro - cardiographic machine والذي يرسم مخطط لكهربائية القلب (تغير للوسع الكهربائي) خلال الدورة القلبية (ECG) .

يمكن تسجيل المخطط بواسطة المرى الفعال أو المستقي active or exploring electrode الذي يتصل أو يرتبط بمرى سادر indifferent electrode الذي يكون ذا وسع كهربائي يساوي صفرا ولذلك يدعى هذا التسجيل بالتسجيل ذي القطب الواحد unipolar recording .

او يتم قياس كهربائية القلب او تسجيلها باستعمال مريين فعالين ولذلك يدعى هذا النوع من التسجيل بالتسجيل ذي القطبين Bipolar recording .

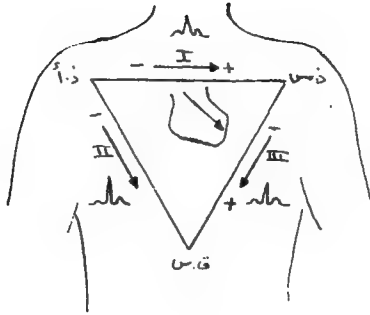
القياس باستعمال الاتجاه ذي القطبين Recording using Bipolar leads

يربط المسار بالاطراف كما في الشكل (٤٢) حيث يكون القياس بالصيغ الآتية :

الاتجاه الاول Lead I : يربط القطب الموجب بطرف الذراع الايسر والقطب السلي بطرف الذراع الايمن .

الاتجاه الثاني Lead II : يربط القطب الموجب بالساق اليسرى والقطب السلي بطرف الذراع الايمن .

الاتجاه الثالث Lead III : يربط القطب الموجب بالساق اليسرى والقطب السلي بطرف الذراع الايسر .



ذ. أ = ذراع أيمن
 ذ. س = ذراع أيسر
 ق. س = قدم أيسر

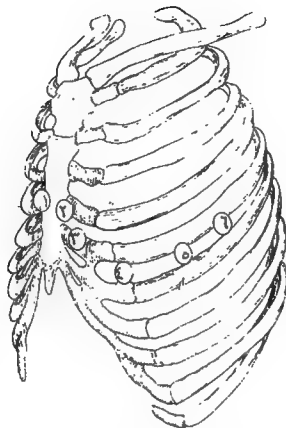
الشكل (٤٢)

مواضع المبررين الفعالين
 في التسجيل ذي القطبين

القياسات باستعمال الاتجاهات ذات القطب الواحد :

Recording Using the Unipolar Leads : ومن هذه القياسات :

أ . الاتجاهات الصدرية احادية القطب (ذات القطب الواحد) Unar chest يتم تسجيل هذا المخطط من جدار الصدر حيث يوضع المبرر الفعال في المواضع الآتية وكما هي موضحة في الشكل (٤٣) .



الشكل ٤٣١ : موضع المري
الفعال في القياسات احادية القطب
الصدرية .

- ١ . في الحيز الرابع بين الاضلاع وبصورة مباشرة الى يمين عظم القص (٧_١) .
 - ٢ . في الحيز الرابع بين الاضلاع وبصورة مباشرة الى شمال عظم القص (٧_٢) .
 - ٣ . في منتصف المسافة بين ٧_٢ و ٧_١ اي يمثل (٧_٣) .
 - ٤ . في الحيز الخامس بين الاضلاع في مستوى خط وسط الترقوه (٧_٤) .
 - ٥ . في الحيز الخامس بين الاضلاع في مستوى الخط الابطحي الامامي الايسر (٧_٥) .
 - ٦ . في الحيز الخامس بين الاضلاع في مستوى الخط الابطحي الاوسط الايسر (٧_٦) .
- ب . الاتجاه الطرقي احادى القطب Unipolar limb leads

عند استعمال هذا النظام من التخطيط يكون موضع المسرى الفعال كالآتي :

- ١ . في الذراع الايمن (VR) . اي يكون المسرى متجه للذراع الايمن .
- ٢ . في الذراع الايسر (VL) . اي يكون المسرى متجه للذراع الايسر .
- ٣ . في القدم الايسر (VF) . اي يكون المسرى متجه للقدم الايسر .

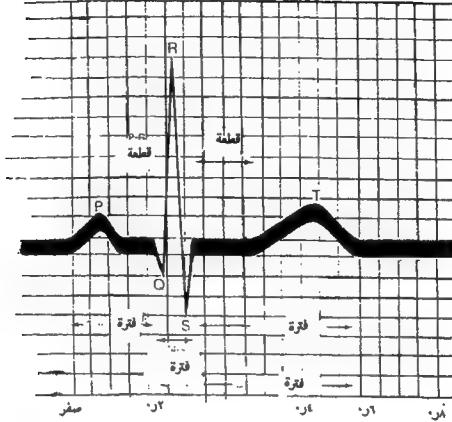
وبعد التحوير في هذا القياس تم الحصول على تضخم augmentation فولتية التخطيط ولهذا سميت aVR و aVF و aVL .

المخطط النظامي Normal ECG :

ان الموجات والانحرافات عن الخط الكهرساوي isoelectric line الموضح في الشكل (٤٤) ناتجة عن انتشار الدفقات عبر مناطق مختلفة من القلب خلال الدورة القلبية . ويتكون المخطط الطبيعي من الموجات (P , QRS , T , Waves) :
موجة P : تنتج من ازالة استقطاب الاذنين Atrial depolarization
موجة QRS : تنتج من ازالة استقطاب البطينين Ventricular depolarization
موجة T : تنتج عند عودة استقطاب البطينين ، Ventricular repolarization

بعض فرائد مخطط كهربائية القلب :

- ١ . معرفة عدد نبضات القلب (سرعة القلب Heart rate) وهل هي منتظمة النظم normal rhythm ام يوجد خلل أو اضطراب النظم arrhythmias أو اضطراب في السرعة disorder of the rate .
- ٢ . معرفة وجود اضطراب في جهاز التوصيل Disorder of conduction system وخاصة البطني في عملية توصيل الدفقات الناشئة من العقدة الجيبية الاذنية الى البطينين .
- ٣ . التعرف على بعض الامراض التي تصيب القلب . كضخامة العضلات القلبية (الاذنية او البطينية) ، أو توسع احد تجاويف القلب ، أو قصور الدورة الدموية الاكليلية التي ينتج عنها الذبحة الصدرية angina Pectoris أو احتشاء عضلة القلب myocardial infarction .
- ٤ . معرفة التنفريات التي تحدث في شوارد الدم مثل شوارد الصوديوم والبوتاسيوم والكلسيوم .



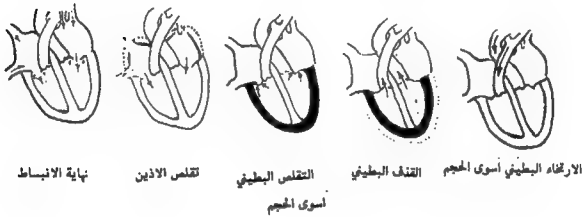
الشكل (٤٤)

المخطط الطبيعى لمدة قلبية واحدة

الدورة القلبية The Cardiac Cycle

تصاحب الدورة القلبية تغيرات في حجم القلب وضغطه وكما هي موضحة في الشكل (٤٥) في بداية الدورة القلبية أي خلال مرحلة نهاية الانبساط Late diastole ينجلي القلب بالدم الوريدي . حيث يتم أيضا خلال هذه الفترة دخول ٧٠ ٪ من الدم المائي للبطينين عن طريق الامتلاء المنفعل (Passive filling) يعقب هذه الفترة تقلص الاذنين atrial systole الناتج عن زوال استقطاب عضلاته بعد ان تصل اليها الدفعات المنبعثة من العقدة الجيبية الاذنية . حيث ان التقلص الاذني يعمل على دفع البقية الباقية من الدم الى البطينين عبر الصمامات الاذنية البطينية atrio - Ventricular valves . وبعد ان

تصل الدفعات الى الالياف العضلية البطينية يزال استقطابها كأستعداد للتقلص . في بداية تقلص (انقباض) البطين ventricular systole تكون الصمامات الاربعة مغلقة اي يتم تقلص البطينين على الدم الذي بداخلها وتسمى هذه فترة التقلص البطيني اسوي الحجم isovolumetric ventricular contraction وهذه الفترة تكون قصيرة جدا (٠.٠٥ ر. من الثانية) . اذ تكون عضلات البطين في هذه الفترة متوترة ولكن بدون تغير في طول الالياف العضلية ولذلك يرتفع ضغط البطين ولكن يبقى حجمه ثابتا ، وتنتهي هذه الفترة عندما يزيد ضغط البطين الايسر على الضغط الانبساطي داخل الشريان الابهر (٨٠ ميلي متر زئبق) وضغط البطين الايمن يزيد على الضغط الانبساطي داخل الشريان الرئوي (١٠ ميلي متر زئبق) . وينتج عن ذلك أنفتاح صمامي الابهر والرئوي حيث يندفع الدم خلاهما بسرعة كبيرة اي يكون القلب في مرحلة قذف طور الانقباض ejection systolic phase . عند ابتداء هذه المرحلة يكون الضغط داخل البطينين قد وصل الى اعلى حد أي حوالي ١٢٠ ميلي متر زئبق في البطين الايسر وحوالي ٢٥ ميلي متر زئبق في البطين الايمن (كما في الشكل ٤٦) .



(٤٦) الشكل

جريان الدم مع التغيرات الحاصلة في القلب خلال الدورة القلبية

يكون اندفاع الدم وتدفعه سريعاً في بداية طور القذف ejection phase ثم يقل ويتباطأ تدريجياً عند قرب انتهاء الانقباض البطيني . ثم ينتهي تدفق الدم مع انفلاق الصمامين الأبهري والرئوي .

أن حجم الدم المتدفق من كل بطين في ضربه واحدة يسمى حجم الضربة stroke volume يتراوح في وقت الراحة بين ٧٠ - ٩٠ ميلي لتر وهذا يمثل ٦٥ ٪ من حجم الدم للمائي للبطين في نهاية مرحلة الانبساط البطيني والذي يسمى حجم دم البطين نهاية الانبساط end diastolic ventricular blood volume .

وبعد انتهاء طور القذف يترك حوالي ٥٠ ميلي لتر من الدم داخل كل بطين (اي في نهاية الانقباض) ويسمى هذا الحجم من الدم المتبقي حجم دم البطين نهاية الانقباض end systolic ventricular blood volume

تتعب نهاية انقباض البطين فترة ارتخاء البطين ventricular relaxation او فترة الانبساط البطيني ventricular diastole . في بداية هذه الفترة يهبط ضغط الدم بسرعة بينما يبقى الحجم ثابتاً وتدعى هذه الفترة الارتخاء البطيني اسوي الحجم isovolumetric ventricular relaxation اذ تكون في هذه الفترة الصمامات الاربعة مغلقة . تنتهي هذه الفترة عندما يصبح الضغط البطيني اقل مما هو عليه في الاذنين لذا تفتح الصمامات الاذنية البطينية (التاجي وثلاثي الشرف) لیبدا امتلاء البطينين . حيث يكون الامتلاء في البداية سريعاً تعقبها فترة امتلاء بطيئة لاقترب الدورة القلبية التالية . فضلاً عن امتلاء معظم البطينين خلال فترة الانبساط البطيني فان عضلات القلب سوف تتمتع بالراحة وكذلك يتم خلال هذه الفترة ضخ الدم عبر شرايين الدوران الاكليلي .

النتاج القلبي Cardio output

ان النتاج القلبي يمثل كمية الدم الذي يضخ من البطين الايسر الى الشريان الابهر في الدقيقة الواحدة . بما ان القلب يضخ حوالي ٨٠ ميلي لتر من الدم في كل ضربه (حجم الضربة) وان عدد الضربات للقلب بالدقيقة (سرعة القلب) حوالي ٧٠ ضربة بالدقيقة لذا فان النتاج القلبي بالدقيقة الواحدة يساوي حاصل ضرب حجم الضربة \times سرعة القلب ويساوي ٥ - ٦ لتار .

يتضح من ذلك بان النتاج القلبي يعتمد على عاملين رئيسين وهما حجم الضربة وسرعة القلب .

خلال التمرين الرياضي تزداد سرعة دقات القلب مع الزيادة في حجم الضربة مما يؤدي الى الزيادة في النتاج القلبي (٤ - ٥) أضعاف الكمية الطبيعية اي قد يصل النتاج القلبي الى ٢٥ لترا موازنه مع ٥ ألتار وقت الراحة .
كذلك يتغير النتاج القلبي بتغير حجم الانسان أي انه يزداد مع الزيادة في مساحة الجسم السطحية . لذا فان النتاج القلبي يدعى احيانا بالنسب القلبي Cardiac index الذي يمثل النتاج القلبي لكل متر مربع من سطح الجسم . والقيمة الطبيعية للنسب القلبي للانسان حوالي ٢ لتر / دقيقة / متر مربع .

اصوات القلب Heart Sounds

خلال الدورة القلبية تحدث اهتزازات داخل القلب ناتجة عن انسداد الصمامات والتي تؤدي الى حدوث اصوات من الممكن سماعها عند وضع السماعة Stethoscope على جدار الصدر فوق القلب وخاصة في منطقة ضربة القمة apex beat .
يسمح في الحالات الطبيعية عادة صوتان متميزان يفصلان بفترة زمنية قصيرة ثم تتبع بفترة توقف اطول قليلا ويمكن وصف هذه الاصوات بـ لب ، دب ، لب ، دب ، dub,lub,dub

اذ ان اي زيادة في ضغط الدم سوف تخط هذا الجيب وبالتالي تحفز مستقبلات الضغط . حيث تنتقل الدفعات من هذه المستقبلات خلال العصبونات الحسية للعصب التاسع . ثم تنبه هذه الدفعات مركز مثبط القلب وتثبط مركز مسرع القلب فينتج عن ذلك دفعات تنشأ من مركز مثبط القلب تنتقل خلال العصب العاشر الى القلب والتي تقلل من سرعة ضربات القلب وقوة تقلصه ، مسببة قلة في النتاج القلبي وقلة في ضغط الدم الشرياني مما ينتج عنه اعادة ضغط الدم الى وضعه الطبيعي .

اذا حدث نقصان في ضغط الدم ففي هذه الحالة يحدث العكس حيث لاتتولد دفعات من المستقبلات في الجيب السباتي الى مركز مثبط القلب ولهذا يكون عمل مركز مسرع القلب حرا مما يتيح له ارسال الدفعات المحفزة التي تسرع ضربات القلب وتزيد قوة تقلصه والتي ينتج عنها اعادة ضغط الدم الى وضعه الطبيعي .

يتضح ان قائدة هذه المستقبلات هي المحافظة على ابقاء المعدل الطبيعي لضغط الدم ثابتا كالذي يحدث في حالة تغير موضع الجسم كالذي يحدث في حالة الوقوف من وضع الاستلقاء .

ب . المنعكس الأهرى Aortic Reflex : لهذا المنعكس علاقة مع ضغط الدم المجموعي العام general systemic blood pressure .

تقع مستقبلات هذا المنعكس في جدار قوس الأهرى وآلية عملها تشبه آلية عمل منعكس الجيب السباتي وكما هو موضح في الشكل (٤٨) .

ج . المنعكس الأذيني Atrial reflex أو منعكس القلب الأيمن Right heart reflex .

يتحس هذا المنعكس للتغير في ضغط الدم الوريدي . توجد مستقبلات الضغط لهذا المنعكس في كل من الوريد الأوجف الأعلى والأسفل superior and inferior vena cava وفي الأذين الأيمن وكما هو موضح في الشكل (٤٩) .

اذ أن سماع الصوت « لب » يكون متزامنا مع انسداد الصمامين التاجي والشلائي الشرف في بداية مرحلة انقباض البطين . ويدعى هذا الصوت القلب الأول First heart sound . أما سماع « دب » فيكون متزامنا مع انسداد الصمامين الأهرى والرئوي في نهاية مرحلة انقباض البطين وهذا الصوت يمثل صوت القلب الثاني Second heart sound

توجد أصوات من الصعب جدا سماعها بوساطة الساعه في الحالة الطبيعية للقلب ولكن من الممكن سماعها أو تسجيلها بوساطة جهاز مخططات أصوات القلب Phonocardiogram . مثل صوت القلب الثالث Third heart sound الذي ينتج من تدفد الدم بين جدران البطينين عندما يمر من الأذنين إلى البطينين في مرحلة انقباض البطينين (بداية الثلث الوسطي من الانقباض) . وصوت لقلب الرابع أو صوت القلب الأذيني (Fourth Heart sound) (Atrial heart sound) ذو تردد قليل جدا . يحدث هذا الصوت عند تقلص الأذنين واندفاع الدم إلى البطينين الذي يتولد عنه اهتزازات كما في الصوت الثالث .

نفخات القلب Cardiac Murmurs

يكون جريان الدم في القلب صامتا . ولكن عند حدوث مرض لاي صام من صامات القلب كال تضيق Stenosis فإن جريان الدم عبره يكون مضطربا مسببا حدوث صوت يدعى النفخة . كذلك قد يسبب المرض عدم انغلاق الصمام بصورة تامة تاركا فتحة صغيرة يندفع خلالها الدم بالاتجاه المعاكس تسمى القلس regurgitation مولدا النفخة .

المعيار valve	الشذوذ abnormality	وقت السماع timing of murmur
الأهري أو الرئوي	التضييق stenosis	الانقباض systole
	القلبي regurgitation	الانبساط diastole
التاجي أو ثلاثي المصاريع	التضييق	الانقباض
	القلبي	الانبساط

نفخات القلب

إن النفخة التي تحدث خلال الانقباض البطيني تدعى بالنفخة الانقباضية systolic murmur والنفخة التي تحدث خلال الانبساط البطيني تدعى بالنفخة الانبساطية diastolic murmur كما هو موضح في الجدول الآتي .

تنظيم أداء القلب

Regulation of cardiac performance

توجد عدة عوامل تنظم أداء القلب :

١ . التنظيم المستقل autonomic regulation

ويتمبر اهم تنظيم لعمل القلب وادائه والذي يتم من خلال الجهاز العصبي المستقل ، وكما هو موضح في الشكل (٤٧) .

توجد في البصلة مجموعة من العصبونات تدعى مركز سرعة القلب Cardioacceleratory center . تخرج من هذا المركزلياف وديه تنحدر لتر في احدى

مسالك النخاع الشوكي ومنها تخرج عن طريق الاعصاب القلبية الممرعة cardiac accelerator nerves لتعصب العقدة الجيبية الاذينية والعقدة الاذينية البطينية وجزء من عضل القلب .

عند تنبيه مركز سرع القلب يرسل دفعات عبر الالياف الودية والتي تسبب افراز مادة نورا بينفرين norepinephrine التي تزيد من سرعة ضربات القلب وكذلك من قوة تقلص عضلاته .

تحتوي البصلة ايضا على مجموعة من العصبونات التي تكون مركز مشبط القلب Cardioinhibitory Center . تنشأ من هذا المركز الياف لاودية تصل الى القلب عن طريق العصب المبهم لتزود العقدة الجيبية الاذينية والعقدة الاذينية البطينية . عند تنبيه هذا المركز يرسل دفعات من خلال الالياف اللاودية مسببا افراز مادة الاسيتيل كولين التي تبطي من سرعة ضربات القلب وتقلل من قوة تقلص عضلاته .
كما سبق ذكره يتضح بأن تأثير الجهاز العصبي المستقل يكون مسرعا (وديا) او مشبطا (لاوديا) .

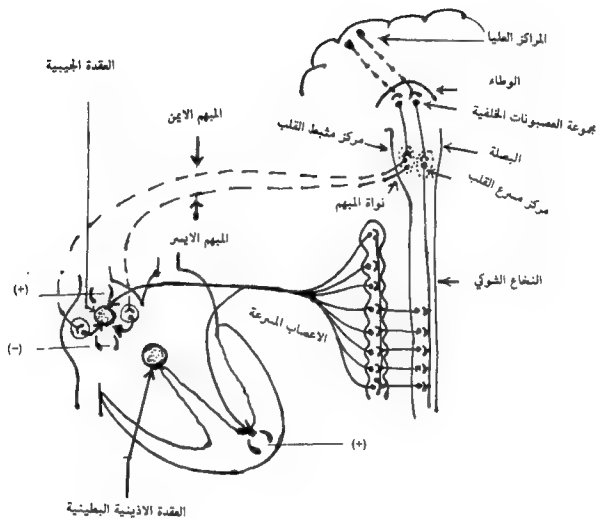
تنقل الدفعات العصبية الحسية من المستقبلات الموجودة في مختلف اجزاء الجهاز القلبي الوعائي الى المراكز في البصلة . وبهذا تحدث الموازنة المستقرة عن طريق التحفيز والتثبيط .

ان بعض الخلايا العصبية لها القابلية على الاستجابة للتغير الحاصل في ضغط الدم وتسمى مستقبلات الضغط Pressre receptors or Baroreceptors تؤثر هذه المستقبلات على سرعة ضربات القلب والتي تشمل ثلاث منعكسات وهي منعكس الجيب السباتي ومنعكس الاهر ومنعكس الاذين .

أ . منعكس الجيب السباتي Carotid sinus reflex :

ان الجيب السباتي carotid sinus هو توسع صغير في الشريان السباتي الباطني internal carotid artery بعد تفرعه مباشرة من الشريان السباتي الاصلي Common carotid artery . يوجد في جدار الجيب السباتي مستقبلات الضغط وكما هو موضح في الشكل (٤٨) .

عند الزيادة في ضغط الدم الوريدي تتحس مستقبلات هذا المنعكس فتُرسل دفعات تنبه مركز سرع القلب حيث ينتج عن ذلك زيادة في سرعة ضربات القلب وقوة تقلصه ، وهذا المنعكس يسمى بمنعكس بينبرج Bainbridge reflex .



+ = منبه
- = مشيط

الشكل (١٧)
التنظيم المستقل للقلب

٢ . التنظيم داخلي المنشأ لاداء القلب (التنظيم الذاتي) :

Intrinsic regulation of cardiac performance (Autoregulation) :

مثلا للقلب القابلية الذاتية الوراثية لتكوين الدفعة التي تنتج عنها نبضة القلب حتى في غياب (قطع) التعصيب عنه ، فان له القابلية الذاتية ايضا للتأقلم (التلاؤم) مع مختلف دينيات الدم . يكون هذا التأثير واضحا عندما يتعرض الحيوان (كالكلب) الى تمرين (جهد) رياضي والذي ينتج عنه زيادة في التناج القلبي استجابة للتمرين ، على الرغم من قطع التعصيب عن القلب .

أن آلية التلاؤم القلبي الداخلي المنشأ intrinsic cardiac adaptiv mechanism تشمل التنظيم مغاير الطول والتنظيم مماثل الطول وكما سبق ذكرها .

٣ . العوامل الكيميائية : Chemical factors :

توجد عدة مواد كيميائية في الجسم تؤثر على فعالية القلب . فالإبينفرين Epinephrine الذي ينتجه لب الكظر Adrenal medulla كاستجابة للتنبه الودي مثلا ، يؤدي الى الزيادة في استثارة العقدة الجيبية الاذينية مما يؤدي الى الزيادة في تسارع ضربات القلب وزيادة قوة تقلصه .

ان الزيادة في معدل شوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم يؤدي الى نقصان في ضربات القلب وقوة تقلصه . بينما الزيادة في شوارد الكالسيوم تؤدي الى الزيادة في تسارع ضربات القلب وقوة تقلصه .

٤ . الحرارة : Heat :

ان الزيادة في درجة حرارة الجسم كالذي يحدث اثناء التمارين الرياضية المجهدة تسبب زيادة في سرعة طرح الدفعات من العقدة الجيبية الاذينية مما يؤدي الى الزيادة في ضربات القلب . ويسبب نقصان في درجة حرارة الجسم الذي يحدث عند التعرض للبرودة الاقلال من تسارع القلب وقوة تقلصه .

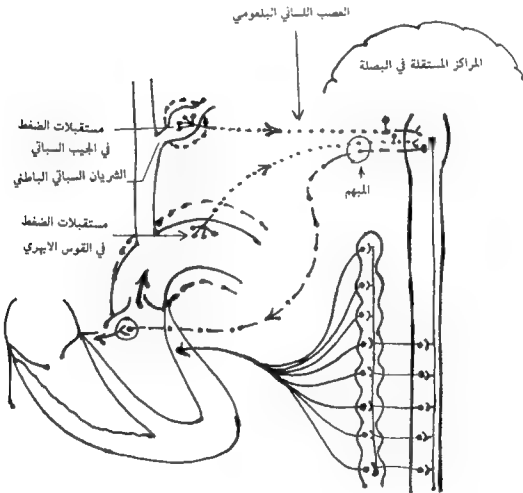
٥ . الانفعالات : Emotions :

ان الانفعالات القوية مثل الخوف والقلق تزيد من سرعة القلب ولكن بعض الحالات العقلية مثل الكآبه والحزن تحفز عادة مركز مثبط القلب والتي تؤدي الى

لأقل من سرعة القلب . علما بأنه في حالة النوم (الراحة ، الجسمية والعقلية)
تقل سرعة القلب معدل ١٠ - ٢٠ ضربه بالدقيقة .

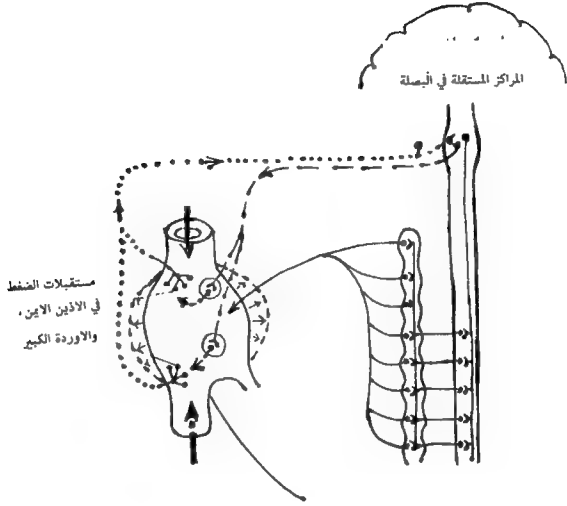
٦ . الجنس والعمر Sex and Age :

تكون سرعة القلب عادة عند النساء أكثر من الرجال . كذلك تكون سرعة القلب
أكثر عند حديثي الولادة وتقل تدريجيا مع تقدم العمر حتى تصل إلى معدلها
الطبيعي في مرحلة البلوغ وتقل أحيانا عن هذا المستوى في سن الشيخوخة .



الشكل (٤٨)

منعكس الجيب السباتي ومنعكس القوس الأيضي

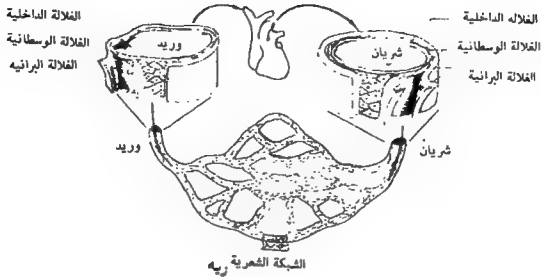


الشكل (١٩)

المنعكس الأذيني (منعكس بينبرج)

الأوعية الدموية Blood Vessels

توجد ثلاثة أنواع من الأوعية الدموية وهي الشرايين والشعيرات الدموية والأوردة ، كما هو موضح في الشكل (٥٠) .



الشكل (٥٠)
الاعوية الدموية

الشرايين arteries : تحمل الدم المحمل بالاكسجين من القلب الى انجحة الجسم المختلفة . وتكون جدرانها اسمك من الاعوية الاخرى . وتتكون من ثلاث غلائل من الانسجة :-

١ . الغلالة الداخلية او الجوانية Tunica intima . وتتكون من ثلاث طبقات : الطبقة الداخلية او طبقة الخلايا البطانية التي تبطن الشرايين ، وتليها طبقه من النسيج الضام الرقيق ثم تليه طبقه مرنة elastic layer تتكون من شبكه من الالياف المرنة .

٢ . الغلالة الوسطانية Tunica media : والتي تتكون بصورة اساسية من الالياف العضلية الملساء فضلا عن الياف مقراوية Collagenous ومرنة .

٣ . الغلالة البرانية Tunica adventitia : وتتكون من نسيج ضام رخو Loose connective tissue مع حزم من الالياف العضلية الملساء والنسيج المرن .

يعتبر الاهر اكبر شرايين الجسم وهو يبدأ من البطن الايسر للقلب . ثم يتفرع الى فروع اصغر فأصغر . ان اصغر الفروع الشريانية تدعى الشريينات .

في الشرايين الصغيرة تقل كمية النسيج المرن وتزداد كمية الالياف العضلية للساء بصورة نسبيه وهذه الحقيقة تكون واضحة أكثر في الشريينات .

الشعيرات

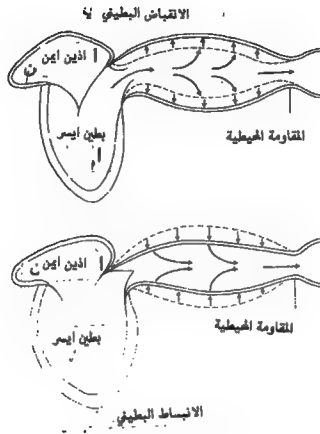
ان جدران الشعيرات تتكون من طبقة من الخلايا البطانية endothelial cells والتي هي استمرار للخلايا البطانية للشرايين والاورده والقلب . ان الشعيرات التي تزود انسجة الجسم تقترب على شكل شبكات متباينة الحجم . واذا تم توصيل نهايات هذه الشعيرات بعضها مع البعض لكونت انبوبا طوله حوالي ٦٢٠٠٠ ميل . ان العمل والوظيفة الاساسية للدم تتم من خلال الفراش الشعيري capillary bed والتي من خلالها يتم تبادل مختلف المواد بين الدم وخلايا الجسم .

الاوردة Veins :

تقوم بحمل المستقبلات والمواد الاخرى (كالمواد الغذائية من السبيل الهضمي) الى القلب . تتكون جدران الاوردة من ثلاث غلاكل كما هو موجود في جدران الشرايين . ولكن تختلف عنها حيث تكون الغلالة الوسطى في الاوردة رقيقة او ضئيلة . كذلك تحتوي الاوردة على كمية قليلة من النسيج المرن العضلي . واذا فان تركيب جدار الاوردة بصورة عامة يحتوي على نسيج ضام اكثر من النسيج العضلي ، وهنا مما يؤدي الى سهولة في قابليتها على الانضغاط ، وكذلك قابليتها على التوسع (التدد) وهذه الخاصية تجعل الاوردة تعمل بوصفها مستودعا للدم . وبذلك تحتوي الاوردة كمية من الدم مقدارها ٤ - ٥ اضعاف ما هو موجود في الشرايين المناظرة لها . للاوردة ايضا خاصية متميزة وهي احتواؤها على الصمامات والتي يتلخص عملها بالسماح للدم بالمرور باتجاه القلب ومنعه من الرجوع بالاتجاه العاكس . ان حركة الدم في الاوردة تكون بطيئة ويساعد التقلص العضلي على رجوع الدم الى القلب .

النض الشرياني Arterial pulse

عندما يندفع الدم في الشريان الاخر خلال انقباض البطين الايسر فانه يسبب في تكوين موجه تنتج عن توسع جدار الاخر وكما هو موضح في الشكل (٥١) وهذه الموجه تنتقل على طول الشرايين . ان تحسسن هذا التوسع يدعى بالنض Pulse .



الشكل (٥١) موجة النبض الفريالي

تكون سرعة انتقال الموجة بطيئة في الأهر (٤ متر / ثانية) وتزداد سرعتها تدريجياً كلما قل قطر الشريان الذي تنتقل خلاله ، حيث تبلغ سرعتها في الشرايين الصغيرة ١٦ متر / ثانية .

كذلك تزداد سرعة انتقال الموجة كلما زاد تصلب الشرايين كالذي يحصل في حالة تقدم العمر .

يتم حساب عدد النبضات في الدقيقة الواحدة بصورة عامة من منطقة الرسغ بواسطة وضع نهاية أصابع اليد على الشريان الكعبري مباشرة وتحسب هذه النبضات .

تكون النبضات ضعيفة في حالة الصدمات Shocks وعلى العكس تصبح قوية ومتضخمة في حالة التمرين الرياضي .

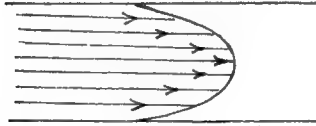
ديناميات الدم (حركة الدم) Haemodynamics

ان دراسة دينيات الدم تشمل بصورة عامة جريان الدم وضغط الدم والمقاومة للجريان الدم .
ان بعض القوانين الفيزيائية للسوائل توضح ما يحدث لحركة الدم خلال الدوران وكذلك العلاقة بين سرعة جريان الدم والضغط والمقاومة لجريانه .

جريان الدم Blood Flow

يكون جريان الدم في الاوعية الدموية صامتا مادام شكل الجريان ونوعه هو صفائحي او طبقي Laminar or streamline . وتكون اقصى سرعة جريان الدم في مركز الوعاء الدموي ثم تقل السرعة تدريجيا كلما اقترب من جدار الوعاء وكما هو موضح في الشكل (٥٢) .

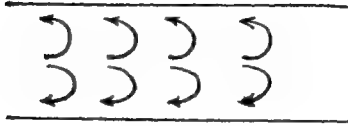
جريان صفائحي



الشكل (٥٢)

اما في بعض الحالات المرضية التي ينتج عنها انسداد جزئي او تضيق في الوعاء الدموي مسببا زيادة مفاجئة في سرعة جريان الدم خلال هذا التضيق فهي تؤدي الى جريان دوامي Turbulent flow مضطرب كما في الشكل (٥٣) .

والذي يولد صوتا يدعى بالنفخة . ويستفاد من هذه الظاهرة في قياس ضغط الدم . كذلك فان سماع هذه النفخة يساعد في تشخيص بعض الامراض التي تصيب الجهاز القلبي الوعائي .



جريان دوامي

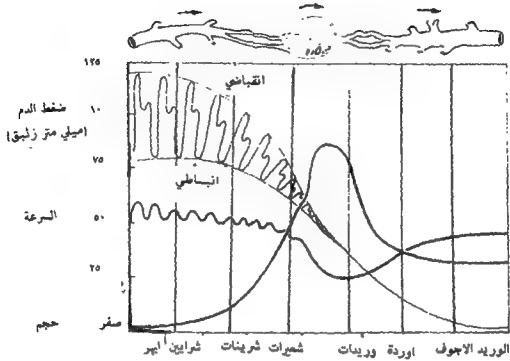
شكل (٥٢)

بما ان سرعة السائل في الانبوب تتناسب عكسيا مع نصف القطر . لذا فان سرعة الدم في منطقة معينة من الجهاز القلبي الوعائي تتناسب عكسيا مع مجموع المساحة الكلية لمقاطع الاوعية الدموية في تلك المنطقة Vascular total cross sectional area . وبما ان مجموع مساحة مقاطع الشرايين يبلغ حوالي ١٠٠ مرة اكثر من الاهر وللشعيرات الدموية حوالي ١٠٠٠ مرة اكثر من الاهر ، فان سرعة الدم تصل اقصاها في الاهر وتقل تدريجيا مع صغر الشرايين لتكون ابطأها في الشعيرات الدموية وكما هو موضح في الشكل (٥٤) .

ان البطء في حركة الدم داخل الشعيرات الدموية ذو اهمية كبيرة الا يساعد على اعطاء الاكسجين والمواد الاخرى الضرورية لادامة استقلاب الانسجة واخذ ثاني اكسيد الكربون والفضلات الى الدم منها .

يقاس جريان الدم بوحدات الحجم لكل من وحدات الوقت ويعبر عنه عادة بملي لتر او لتر لكل دقيقة . يبلغ جريان الدم في الجهاز القلبي الوعائي للانسان حوالي ٥٠٠٠ ملي لتر / دقيقة والذي يدعى بالنتاج القلبي .

يستدل من قانون بيسولي Poiseuille's law بان كمية الدم التي تجري تتناسب عكسيا ، بينا مقاومة الجريان تتناسب طرديا مع القوة الرابعة لنصف قطر الانبوب . اي ان كمية الدم الجاري في وعاء دموي تصل الى الضعف عندما يزداد نصف القطر ٢٠٪ وتتنخفض المقاومة الى حد ٢٦٪ اي بانخفاض ٩٤٪ من المقاومة الاولى .



ضغط الدم وحجمه وسرعة جريانه وسرعة جريانه في مختلف الاوعية الدموية

شكر (٥٤)

العلاقة بين جريان الدم والمقاومة والضغط :

للشريينات تأثير كبير على مقاومة جريان الدم والتي بدورها لها تأثير مباشر على ضغط الدم . وتوضح هذه العلاقة بعض المعادلات الفيزيائية ومنها أوم :
القوة

التيار = $\frac{\text{الضغط}}{\text{المقاومة}}$ ومن هذه المعادلة يتضح ان :

$$\text{الجريان} = \frac{\text{الضغط}}{\text{المقاومة}}$$

اي ان الضغط = جريان الدم \times المقاومة

وبما ان جريان الدم يمثل ايضا النتاج القلبي لذا فأن :
الضغط = النتاج القلبي \times المقاومة .
اي ان العوامل الرئيسة التي تؤثر على الضغط تشمل النتاج القلبي والمقاومة المحيطية لجريان الدم في الاوعية الدموية .
ان تغير لزوجة الدم Blood viscosity تؤثر بصورة طردية على المقاومة لجريان الدم ولكن بصورة قليلة موازنة مع تغير نصف قطر الاوعية الدموية وبصورة خاصة الشريينات .
ان لزوجة الدم ناتجه عن الخلايا والبلازما .

ضغط الدم Blood Pressure

يعرف ضغط بانه الضغط الذي يسلطه الدم على جدران القلب أو الاوعية الدموية .

ضغط الدم البطيني Ventricular blood pressure :

يصل ضغط الدم داخل البطين اقصاه اثناء الانقباض البطيني اي ١٢٠ ميلي متر زئبق في البطين الايسر و ٢٥ ميلي متر زئبق في البطين الايمن .
على الرغم من تساوى حجم الضربة لكلا البطينين (كمية متساوية من الدم وهي حوالي ٨٠ ميلي لتر) ولكن الفرق هو ان مقاومة الدورة الجسمية اعلى بكثير من مقاومة الدورة الرئوية . لذا فان الضغط المنتج بوساطة البطين الايسر يجب ان يكون اعلى بكثير من الضغط المنتج بوساطة البطين الايمن .
في مرحلة الانبساط البطيني يهبط الضغط الى الصفر في كلا البطينين .

ضغط الدم الشرياني Arterial blood Pressure :

يقصد به ضغط الدم داخل الاهر والشرايين الكبيرة .
بما ان الاهر متصل بالبطين الايسر واثناء الانقباض البطيني يندفع الدم الى الاهر مولدا ضغط الدم الانقباضي Systolic blood pressure والذي يكون مساويا للضغط داخل البطين الايسر أي ١٢٠ ميلي متر زئبق .
عند الاسترخاء البطيني يرافق هبوط الضغط داخل البطين الايسر انسداد الصمام

الابهري وذلك لمنع رجوع الدم الى البطين الايسر لذا لا ينخفض الضغط الى الصفر اثناء الانقباض البطيني وانما يصل الى ٨٠ ميلي متر زئبق ويعرف بضغط الدم الانبساطي diastolic blood pressure .
اي ان ضغط الدم في الابهري والشرايين الكبيرة يتراوح بين ٨٠ - ١٢٠ ميلي متر زئبق اثناء الدورة القلبية .

ضغط الدم الرئوي Pulmonary blood pressure

ان ضغط الدم في الشريان الرئوي المتصل بالبطين الايمن يصل اقصاه الى ٢٥ ميلي متر زئبق في الانقباض البطيني ، وينخفض الى ٨ ميلي متر زئبق اثناء الانقباض البطيني .
والسبب هو ان مقاومة الدوران الرئوي تكون اقل بكثير من مقاومة الدوران المجموعي .

ضغط الدم في الشريينات والشعيرات الدموية

Blood pressure in the arterioles and capillaries

عند مرور الدم الى الشرايين الصغيرة (الشريينات) يحدث انخفاض شديد في ضغطه ليصل الى معدل ٣٢ ميلي متر زئبق . ان سبب انخفاض الضغط في الشريينات ناتج من توزيع الدم في مساحات كبيرة (اي زيادة في المساحة السطحية لمقاطع الشريينات الكلية) التي ينتشر بها الدم حيث تبلغ حوالي ٤٠٠ سم^٢ موازنة مع ٥ سم^٢ للاهري (أي ان ضغط السائل يتناسب عكسياً مع قطر الوعاء الذي يجري فيه) .
ان خاصية الانخفاض الشديد في ضغط الدم داخل الشريينات تكون مهمة وذلك لحماية الشعيرات الدموية ذات الجدران الرقيقة .
يستمر انخفاض ضغط الدم في الشعيرات الدموية لازدياد انتشار الدم في مساحات اكبر (اي ازدياد المساحة السطحية لمقاطع الشعيرات الكلية) ، والتي تبلغ حوالي ٤٥٠٠ سم^٢ . حيث يصل ضغط الدم في النهاية البعيدة للشعيرات (اي بداية الوريدات) الى حوالي ١٥ ميلي متر زئبق .

الضغط الوريدي The Venous Pressure :

يبلغ الضغط في الوريدات Venules حوالي ١٥ ميلي متر زئبق وفي الاوردة الكبيرة خارج القفص الصدري حوالي ٥ره ميلي متر زئبق . اما في الاوردة الكبيرة عند مصبها في الاذين الايمن فهو حوالي ٥ره ميلي متر زئبق ويسمى بالضغط الوريدي المركزي Central venous pressure .

يتم قياس الضغط الوريدي بصورة مباشرة بواسطة قسطرة وريد الودج أو بطريقة غير مباشرة وبسيطة (بدون أي جهاز) حيث يتكيف المريض في وضع ليكون فيه الصدر والرأس باعتماد زاوية ٤٥ درجة وتكون عضلات الرقبة مسترخية ثم يلاحظ أعلى مكان يتوسع فيه وريد الودج ثم تحسب المسافة العمودية بين الاذين الايمن ومستوى أعلى منطقة متوسع فيها الوريد الودج وهذه المسافة بالسنتيمترات تمثل الضغط الوريدي المركزي بالميلي متر زئبق .

قياس ضغط الدم Measurement of blood pressure

بصورة عامة عندما يذكر مصطلح ضغط الدم فقط وبدون تشخيص نوعه فيقصد به ضغط الدم الشرياني .
ان اهم الطرق السريرية لقياس ضغط الدم هي :-

الطريقة المباشرة : Direct Method:

تم هذه الطريقة بواسطة قسطرة الشريان .
بالرغم من الدقة في القياس بهذه الطريقة ولكن من الصعب جدا تطبيقها عمليا وخاصة عند المتابعة المستمرة لتغيرات ضغط الدم للمرضى المصابين بفرط ضغط الدم . لذا تنحصر هذه الطريقة على دراسة بعض الحالات النادرة او الخاصة .

الطريقة غير مباشرة : Indirect method :

وهي الطريقة المتبعة حاليا في حياتنا اليومية لقياس ضغط الدم وتم على مرحلتين :

أ . طريقة الجس Palpatory method

ب . الطريقة السمعية auscultatory method

يستعمل جهاز مقياس ضغط الدم Sphygmomanometer والذي يتكون من مقياس للضغط manometer متصل بكفة قابلة للنفخ كما هو موضح في الشكل (٥٥) .

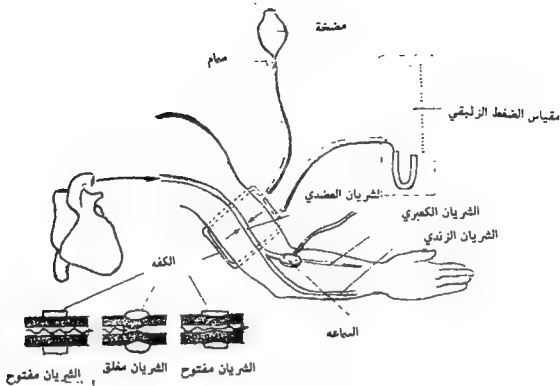
طريقة الجس : تلف الكفة حول اعلى الذراع ثم يحس النبض الكعبرى في منطقة الرىخ . تنفخ الكفة ليصل الضغط الى مستوى بحيث يختفي فيه النبض (مثلا ٢٠٠ ميلي متر زئبق) . ثم يقلل الضغط تدريجيا لحين تحس النبض الكعبرى أوجسه فيلاحظ مستوى الزئبق عند هذا الحد لتحديد الضغط الانقباضي .

الطريقة السمعية : بعد اخذ فكره عن مستوى الضغط الانقباضي بواسطة طريقة الجس اعلاه . توضع الساعة في حفرة ثنية المرفق cubital fossa اي فوق الشريان العضدي . ثم يمداد نفخ الكفة الى حد حوالي ٢٠ ميلي متر زئبق اعلى من القراءة الاولى اذ ينقطع سماع اي صوت بواسطة الساعة (لتوقف جريان الدم في الشريان العضدي) بعد ذلك يخفض الضغط تدريجيا وحالما تسمع اصوات نتيجة ابتداء مرور الدم فان هذا يحدد مستوى الضغط الانقباضي . تنتج هذه الاصوات من الجريان الدوامي وتكون في البداية منخفضة وعلى شكل قرات tapping تتوافق مع سرعة نبضات القلب . ثم ترتفع شدة هذه الاصوات بحده ولكن عند الاستمرار في خفض ضغط الكفة نسمع خفوتا (خودا) فجائيا في الصوت ثم يختفي بعد ذلك (لان جريان الدم يصبح صفائحا او طبقياً) . عند خفوت الصوت او اختفائه يلاحظ مستوى الزئبق لتحديد مستوى الضغط الانبساطي .

ان الاصوات المسموعة خلال قياس ضغط الدم تدعى اصوات كور تكوف Korotkove sounds .

يتراوح لدى الطبيعي للضغط الانقباضي عند البالغين بين (١٠٠ - ١٤٠) اي بمعدل ١٢٠ ميلي متر زئبق . ويتراوح لدى الطبيعي للضغط الانبساطي بين (٦٠ - ٩٠) ويعتبر ٨٠ ميلي متر زئبق هو المعدل . لذلك يعتبر معدل الضغط الانقباضي والانبساطي الطبيعي كما يأتي $\frac{120}{80}$ ميلي متر زئبق .

في بعض الحالات المرضية يتم تسجيل ضغط الدم من منطقة الفخذ (الشريان الفخذي او اللأبضي) ويسمى بضغط الدم الفخذي femoral blood



الشكل (٥٥)
قياس ضغط الدم

pressure حيث يضغط المريض على بطنه وتستعمل في هذا القياس كفة عريضه تدعى بكفة الفخذ حيث تثبت حول الفخذ وتوضع الساعة في مركز الحفرة المأبضية popliteal fossa وبأستماع نفس الطريقة في سماع اصوات كورنكوف في قياس ضغط الدم العضدي يتم قياس الضغط الفخذي .
ان قياس ضغط الدم الفخذي يساعد في تشخيص بعض الحالات المرضية كتضيق الاهر coarction of the aorta اذ يكون ضغط الشريان الفخذي اقل بكثير من ضغط الشريان العضدي .

العوامل التي تؤثر على ضغط الدم :

يتأثر ضغط الدم بعاملين رئيسين هما النتاج القلبي والمقاومة والمحيطية وكما هو موضح في المعادلة الاتية :

ضغط الدم = النتاج القلبي × المقاومة المحيطية

أ . المقاومة المحيطية peripheral resistance

في حالة الراحة يكافئ النتاج القلبي ثابتاً لذلك فإن ضغط الدم يتحدد بصورة رئيسة بواسطة المقاومة المحيطية . ان مقاومة جريان الدم تكون بصورة رئيسة في الشريينات . وكما تم توضيحه سابقاً فإن المقاومة تتناسب عكسياً مع القوة الرابعة لنصف القطر .

وبصورة أقل مما ذكر أعلاه فإن المقاومة المحيطية تتأثر بتغير لزوجة الدم وان أهم العوامل التي تغير لزوجة الدم هو التغير في عدد كريات الدم الحمر .
اذ ان ارتفاع لزوجة الدم قد يصاحبه ارتفاع ضغط الدم وانخفاض لزوجة الدم قد يصاحبه انخفاض في ضغط الدم .

ب . النتاج القلبي :

يتأثر النتاج القلبي بفاعلية الجهاز العصبي المستقل ، اذ ان تحفيز الجهاز الودي يؤدي الى زيادة حجم الضربة وتوسع القلب بينما تحفيز الجهاز اللاودي يؤدي الى تأثير معاكس .

وفضلاً عن ذلك هناك عوامل تؤثر على حجم الضربة من دون الاعتماد على التعصيب وتسمى أحياناً بالتنظيم الذاتي والتي تعتمد على التنظيم مغاير الطول والتنظيم مماثل الطول وكما يأتي :-

التنظيم مغاير الطول : Heterometric regulation

ان هذا التنظيم يعتمد على التغير في طول الألياف العضلية القلبية . يعتمد هذا التنظيم بصورة رئيسة على العبء القلبي preload والذي يمثل في حجم البطين في نهاية دور الانقباض أي حجم نهاية الانقباض ، وهذا الحجم يعتمد بصورة رئيسة على العود الوريدي venous return . ان العبء القلبي سوف يحدد مدى تمدد العضلة القلبية قبيل التقلص وحسب قانون ستارنك Starling's Law الذي ينص على ان «كلما زاد امتلاء القلب خلال استرخائه كلما عظمت كمية الدم المضخوخة منه» .

التنظيم مائل الطول Homometric regulation :

ويعتمد هذا التنظيم على التغير في تقلص (شد) الياف العضلة القلبية بحيث يبقى طولها ثابتا .

يتأثر هذا التنظيم بصورة رئيسة على العبء البعدي post load الذي يعتمد بدوره على التغير في المقاومة المحيطية اي يعتمد على الحمل الذي يواجهه البطين خلال التقلص . يزداد توتر البطين خلال فترة الانقباض بازدياد العبء البعدي كي ينفث الدم في الاخر اي باتجاه المقاومة .

عندما يكون كل من العبء القبلي والبعدي ثابتين فان خاصية القوة والسرعة rate and force of contraction لتقلص عضلة القلب تعتمد على الحالة التقلصية contractility state . اذ ان التغير في التقلصية يؤدي الى التبدل في اداء البطين ضمن حجم نهاية الانبساط .

ومن العوامل التي تؤثر على زيادة الحالة التقلصية هو زيادة كمية هرمونات الكاتيكولامين catecholamines الدائرة في الدم وكذلك بعض الادوية مثل الديجيتاليس Digitalis .

اما العوامل التي تقلل الحالة التقلصية فهو هبوط كمية الاكسجين في الدم كما في حالة قصور القلب او استعمال بعض الادوية مثل البريتورات Barbiturates .

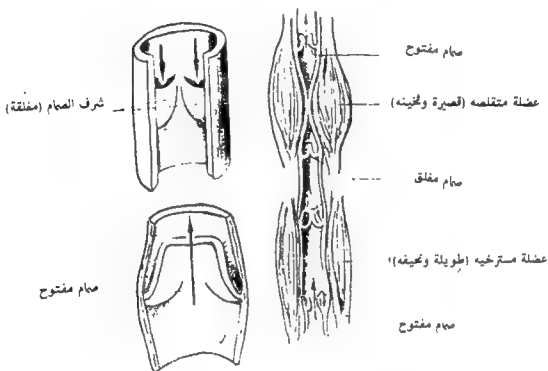
العوامل التي تساعد في ادامة الدورة الدموية :

١ . الفعل المضخي للقلب Pumping action of the heart والذي يعتبر من اهم العوامل .

٢ . انسداد الصمام الاهري والارتداد المطاطي recoil للاهر والشرايين القريبة من القلب خلال فترة الانبساط البطيني والتي تساهم في ادامة الضغط الدموي ايضا .

٣ . للمضخ العضلي . اذ ان تقلص عضلات الاطراف يضغط على الدم في الاوردة ونظرا لوجود الصمامات فيها فان المضخ العضلي يساعد على استمرار جريان الدم نحو القلب ، كما هو موضح في الشكل (٥٦) .

٤ . المضخ الصدري : أثناء عملية الشهيق وتقلص الحجاب الحاجز يتولد ضغط سلبي داخل القفص الصدري الذي بدوره يعمل كضخه ماصه لسحب الدم الى القلب . كذلك فان تقلص الحجاب الحاجز يعمل على زيادة الضغط على الاحشاء داخل البطن مما يساهم في دفع الدم باتجاه القلب .



الشكل (٥٦) المضخ العضلي

الدوران خلال نواحي خاصة

Circulation through special regions

يتوزع النتاج القلبي الى اجزاء الجسم المختلفة في حالة الراحة عند الشخص كما هو مبين في الجدول الاتي :-

القلب	المضلات الهيكلية	الجذع	الدماغ	الكلى	الكبد	جريان الدم (ملي / دقيقة)
٢٥٠	٨٥٠	٥٢٠	١٢٠	١٢٠	١٥٠٠	١٥٠٠
٢٥٠	٨٥٠	٥٢٠	١٢٠	١٢٠	١٥٠٠	١٥٠٠

هذا الجدول يوضح جريان الدم واستهلاك الاكسجين لاعضاء مختلفة في الجسم لاسان بالغ وزنه ٦٥ كغم ونتاجه القلبي ٥٤٥٠ ملي لتر لكل دقيقة واستهلاك الاكسجين لجسمه ٢٥٠ ملي لتر / دقيقة .

ان المبدأ (الجوهر) العام للجهاز القلبي الوعائي قد تم شرحه سابقا ولكن التجهيز الوعائي (الدوران) لكل عضو له خواص اضافية ومثال ذلك الدوران خلال القلب والمضلات الهيكلية والجذع .

الدوران الاكليلي Coronary circulation :

يتم تجهيز عضلات القلب بالدم بواسطة الشريانين الاكليليين (الايمن والايسر) اللذين ينشآن من الاور قبل ان يغادر القلب .

تبلغ كمية الدم التي تجري في الدورة الاكليلية حوالي ٢٥٠ سم^٣ / دقيقة والتي تساوي ٥% من النتاج القلبي . تتضاعف هذه الكمية بمقدار ٤ - ٦ مرات خلال التمرين الرياضي .

ان الدم الجاري في الشريان الاكليلي الايسر يجهز بصورة عامة الجهة اليسرى من القلب (الاذين والبطين الايسر) . بينما يجهز الشريان الاكليلي الايمن الجهة اليمنى من القلب (الاذين والبطين الايمن) فضلا عن الجانب الخلفي من البطين الايسر لذا يكون الدم الذي يجري في الشريان الايمن اكثر بقليل من الايسر .

يرجع معظم الدم من الحزم الشعرية في القلب الى الاوردة الاكليلية التي تفرغ الدم في الجيوب الاكليلية الموجودة في الاذين الايمن . علما ان قسما من الدم الوريدي يمر مباشرة من جدار القلب الى تجايفه .

نظرا لقلة المغاغة الشريانية arterial anastomosis في جدار القلب (وقد تعتبر احيانا معدومة) فان اي تضيق او تحنر في الشريان الاكليلي او في احد فروعه يسبب نقصا كبيرا في وصول الاكسجين والمواد الغذائية لتلك المنطقة من القلب التي يزودها ذلك الشريان وهذا بدوره يسبب ضررا حادا للقلب كالذبحة الصدرية او الاحتشاء القلبي حسب شدة قصور الدورة الاكليلية لتلك المنطقة .

يتم تنظيم الدورة الاكليلية بصورة رئيسة عن طريق التنظيم الذاتي، اذ ان قلة الاكسجين وزيادة المستقبلات metabolites مثل ثاني اكسيد الكربون والحض اللبني وشوارد البوتاسيوم والمدرجين ... الخ تعمل على توسع الشرايين الاكليلية . علما ان تحفيز العصب الودي يؤدي الى زيادة سرعة القلب والتي ينتج عنها زيادة في المستقبلات التي بدورها توسع الشرايين الاكليلية .

الدوران في العضلات الهيكلية Skeletal muscle circulation

ان كمية الدم التي تجرى في العضلات الهيكلية وقت الراحة لاتتجاوز اللتر الواحد بالدقيقة . تزداد كمية جريان الدم اثناء التمرين الى ٢٠ مرة او اكثر موازنة بتلك الكمية وقت الراحة .

ان عدد الشريينات المفتوحة في العضلات الهيكلية التي يجرى بها الدم اثناء الراحة لاتتجاوز ٢٠ - ٢٥ ٪ من مجموعها الكلي في العضلة ولكن يفتح معظمها او جميعها اثناء التمارين الرياضية لتفطية حاجة العضلة من الدم المحمل بالاكسجين والمواد الغذائية ولازالة ثاني اكسيد الكربون والمستقبلات الناتجة من استقلاب العضلة اثناء التمرين الرياضي .

يكون جريان الدم في هذه العضلات متغيرا ، اذ يقل الجريان خلال تقلص العضلة ويزداد عند وضع الانسداد . بينما يزداد دفع الدم في الاوردة خلال التقلص باتجاه القلب لان تقلص العضلات يسلط ضغطا على الاوردة .

السيطرة على جريان الدم الى العضلات الهيكلية :

في حالة الراحة يكون تنظيم جريان الدم بفعل عصبي neural اذ ان توتر الشريينات يكون تحت تأثير التعصيب الودي النور ادريناليقي الفعل noradrenergic sympathetic innervation .وعند بدء التمرين يقل توتر الشريينات فتتوسع بفعل التعصيب الودي الكوليني الفعل cholinergic sympathetic innervation . اما خلال التمرين فيضاف عامل آخر الا وهو التنظيم الموضعي local regulation والذي يعمل على زيادة الدم الجاري الى العضلات نتيجة قلة كمية الاكسجين وزيادة كمية المستقبلات كثافي اكسيد الكربون والحض اللبني وشوارد البوتاسيوم ومواد اخرى حيث تساهم جميعها في توسع الشريينات .

في بعض الحالات المرضية التي تؤدي الى تضيق الشريان او انسداد كانسداد الشريان الفخذي femoral أو المأبضي popliteal والتي تؤدي الى تجمع المستقبلات في عضلة ريلة الساق calf muscle اثناء التمرين او اثناء المشي لعدم وجود جريان من الدم كاف للتخلص من هذه المستقبلات فينتج عنها الالم الاقناري ischaemic pain ويختفي الالم بعد دقائق من التوقف عن المشي وتسمى هذه الحالة بالعرج المتقطع intermittent claudication ، واحيناً يستفيد المريض ويشفى من هذه الحالة عند قطع التعصيب الودي للساق وخاصة في الحالات المتقدمة والتي لا تستجيب للعلاج بالادوية .

الدوران الجلدي Cutaneous circulation :

ان الوظيفة الرئيسة للدوران الجلدي هي لادامة درجة حرارية ثابتة للجسم . وبصورة عامة فان حاجة الجلد للاكسجين والمواد الغذائية تكون نسبياً اقل من معظم انسجة الجسم لذلك فان السيطرة على الدوران الجلدي لاتعتمد على هذه العوامل أي لاتعتمد على التنظيم الموضعي . اذ ان جريان الدم الاوعية الدموية الجلدية يعتمد بصورة رئيسة على تغير حرارة الجسم الداخلية .

يكون جريان الدم ذا تموج واسع حسب حاجة الجسم لفقدان حرارته او الحفاظ عليها ، اذ ان الحرارة توسع الاوعية الجلدية وذلك للتخلص من حرارة الجسم الزائدة ، والعكس صحيح .

كذلك هناك مركز تنظيم الحرارة يقع في الوطاء . اذ ان ارتفاع درجة الحرارة يؤثر على هذا المركز ليؤدي بدوره الى تقليل التوتر الودي فينتج عنه توسع الاوعية الدموية

الجلدية . بينما تؤثر قلة درجة الحرارة على هذا المركز ليحفز التوتر الودي الذي يؤدي بدوره الى تقلص الاوعية الدموية الجلدية ويزيد منه .
فضلا عما سبق فان الاوعية الدموية الجلدية تكون حساسة للنبهات الالية الميكانيكية واستجابتها لها تدعى بتفاعلات الجلد skin reactions .
ان لون الجلد له علاقة مع الدوران الجلدي (تفاعلات الاوعية vascular reactions) ، اذ انه على الرغم من ان لون الجلد يعتمد بصورة رئيسة على كمية صبغة الميلانين فان شحوبه (paleness) أو احمراره (redness) يعتمد على كمية الدم في الدوران الجلدي . كذلك فان لون الجلد الاحمر القاني او المزرق يعتمد على كمية الدم المؤكسد الذي يجري في الاوعية الدموية الجلدية .
ان استجابة تفاعلات الاوعية الجلدية للمحفز الالي موضحة كما يأتي :

التفاعل الابيض :- White reaction

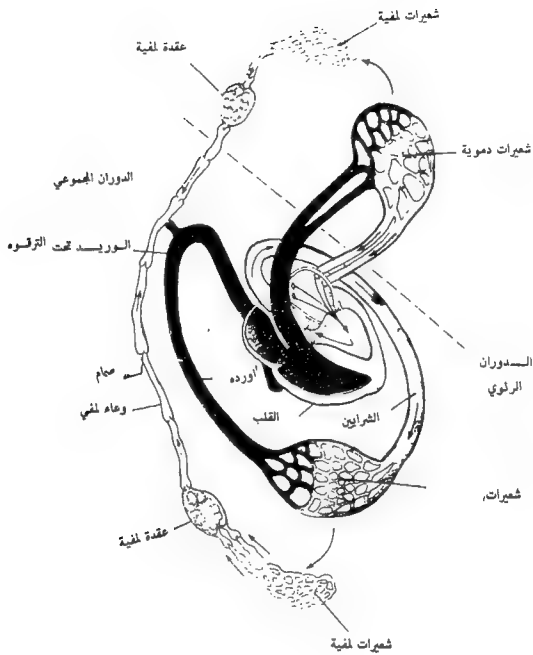
اذا ما خط الجلد (خدش خطي) بنهاية غير حادة لاله وبصورة خفيفة فسوف يظهر خط ابيض على امتداد ذلك الخدش خلال ٢٠ ثانية، وهذا اللون ناتج من تقلص الاوعية الدموية المباشرة ، ويختفي اللون بعد حوالي ٣ - ٥ دقيقة .

الاستجابة الثلاثية :- Triple response

ان الخط على الجلد بوساطة نهاية حادة للدبوس مثلا ولكز بصورة اقوي يظهر لون احمر على امتداد الخط بعد حوالي ٣ - ١٥ ثانية نتيجة لتوسع الشعريات الدموية ثم يتبعها بموالي ١٥ - ٣٠ ثانية وهج احمر ناتج عن توسع الشريينات بفعل المنعكس المحواري (axon reflex) يمتد الوهج الى ١ - ٢ سم من كل جهة ، بعد حوالي ٣ - ٥ دقيقة ويحدث ارتفاع في الجلد على طول 'خط' اختبار (wheel) يرافق ظهوره خفوت في اللون الاحمر والانتثار هو - نتج عن ريدة نفوذية الشعيرات الدموية التي تؤدي الى زيادة السائل النسيجي .

الجهاز اللمفي Lymphatic System

يعتبر الجهاز اللمفي مساعدا للقسم الوريدي من الجهاز القلي الوعائي ، وكما هو موضح في الشكل (٥٧) .



الشكل (٥٧)
الجهاز اللمفي وعلاقته بالجهاز القلبي الوعائي

يقوم الجهاز اللمفي بنقل السائل المترشح ومكونات الخلايا التي تتجمع في الحيز بين الخلايا الى مجرى الدم .
ان هذا السائل النسيجي الذي يوجد في الاوعية اللمفية يدعى باللف والذي يكون عادة صافيا (شبيها بالبلازما) .
يتكون الجهاز اللمفي من الاوعية والعقد اللمفية .

الاوعية اللمفية Lymphatic vessels

تكون الاوعية اللمفية على شكل شبكة تبدأ بالشعيرات اللمفية المنتشرة في الحيز بين الخلايا في اجزاء الجسم المختلفة . ان الشعيرات اللمفية تؤدي الى اوعية لمفية اكبر فأكبر تتجه باتجاه جوف الصدر لتصب في القناة اللمفية اليمنى او القناة اللمفية اليسرى (القناة الصدرية) . وكلا القناتين تصبان في الاوردة الكبيرة في القسم العلوى من الصدر .

ان تركيب الاوعية اللمفية يشبه تركيب الاوردة باستثناء غحافة (رقه) جدرانها موازنة بالاوردة ، وانها تحتوى على عدد اكبر من الصمامات التي تسمح بجريان اللف باتجاه واحد .

العقد اللمفية Lymph nodes

هي اجسام صغيرة بيضوية الشكل متكونه من نسيج لمفي ، وتوجد على مراحل في مسار الاوعية اللمفية . يدخل الى العقدة اللمفية من خلال جزئها المحذب عدة اوعية لمفية وارده afferent lymphatic vessels بينما يخرج منها عادة وعاء لمفي واحد من منطقة التقير ويدعى بالوعاء اللمفي الصادر efferent lymphatic vessel . كذلك يدخل الى العقدة اللمفية اوعية دموية من خلال تقيرها .

الوظائف الرئيسة للجهاز اللمفي :

- ١ . ان اهم وظيفة للجهاز اللمفي هي اعادة المواد الحياتية Vital Substances الى الدم وبالاخص البروتينات المترشحة من الشعيرات الدموية .
- ٢ . ان اللف يمر عبر مجاميع من العقد اللمفية قبل دخوله الى مجرى الدم وهي التي تقوم بترشيع نواتج الالتهابات (الجراثيميه وغير الجرثوميه) وعزلها ومنعها من الدخول الى

- يجرى الدم . ولهذا تتضخم العقد اللمفية وتكون مؤلمة في حالات الالتهابات .
- ٣ . تقوم العقد اللمفية بتكوين الخلايا اللمفية (Lymphocyte) والفوليكولين والاضداد وطرحها الى مجرى الدم لتساهم في المناعة ضد الامراض .
- ٤ . تساهم الاوعية اللمفية في الامعاء بنقل الناتج النهائي من عملية هضم الدهون في الامعاء الى مختلف اجزاء الجسم . وبسبب وجود الكريات الدهنية في هذه الاوعية اللمفية لذا يكون مظهر السائل اللمفي وشكله حليبي اللون .

الفصل السادس

الجهاز التنفسي

المقدمة
التشريح الفزيولوجي
آلية التنفس
الحجوم والسعات الرئوية
التهوية الرئوية
تهوية الاسناخ
تبادل الغازات
انماط التنفس
نقل الاوكسجين
نقل ثاني اوكسيد الكربون
حاصل التنفس للتفاعلات الكيميائية في الانسجة
آلية تنظيم التنفس
نقص التأكسج
الزراق
فرط الكربمية
المداداة بالاوكسجين

فزيولوجيا الجهاز التنفسي Physiology of the Respiratory system

ان جميع خلايا الجسم الحية تحتاج الى تجهيزها بكميات وافره وبصورة مستمرة من الاكسجين حتى تتمكن من القيام بجميع العمليات الحيوية الاستقلابية الضرورية . ومن خلال تلك العملية المعقدة تتم اكسدة ذرات الكربون والهيدروجين في الغذاء لتوليد الحرارة والطاقة وان الاكسجين المطلوب لتلك الفعاليات الحيوية يأتي من هواء الشهيق نتيجة لعملية الاستقلاب تتكون كميات كبيرة من ثاني اكسيد الكربون تطرح خارج الجسم من خلال هواء الزفير والا سببت تقيراً في حوضه سوائل الجسم .

أن الماء الناتج من عملية الاستقلاب يضاف الى كمية الماء الذي يزود به الجسم والكمية الزائدة منه تطرح بواسطة الكليتين في البول .

أن تجهيز الدم بالاكسجين وإزالة ثاني اكسيد الكربون منه هما الوظيفتان الرئيسيتان للجهاز التنفسي . وللجهاز التنفسي وظائف أخرى فهو يمثل وسيلة دفاعية ضد دخول المواد الضارة الى الجسم من خلال الهواء المستنشق وكذلك يقوم بترطيب هواء الشهيق وتخزينه وفضلاً عما تقدم فإن جهاز التنفس يساعد في تنظيم حوضه السوائل الموجودة خارج الخلايا في الجسم .

ويساعد جهاز التنفس على اظهار الاصوات .

أن مصطلح التنفس (Respiration) يمثل تبادل الغازات بين الجسم والمحيط الخارجي اي بصورة اوضح يمثل نقل الاكسجين من المحيط الخارجي الى خلايا الجسم ونقل ثاني اكسيد الكربون من خلايا الجسم الى المحيط الخارجي ، وتتمثل عملية التنفس في أربع مراحل :-

اولاً : التهوية الرئوية Pulmonary Ventilation

وهي تمثل حركة الهواء من الاكياس السنخية واليهما (Alveolar Sacs) في الرئتين .

ثانياً : الانتشار

يمثل تبادل الاكسجين وثاني اكسيد الكربون بين هواء الاكياس السنخية والدم وذلك بسبب فرق الضغط الجزئي لكلا الغازين على جانبي الغشاء التنفسي .

ثالثاً : نقل الاكسجين وثاني اكسيد الكربون بواسطة الدم من خلايا الجسم واليهما .

رابعاً : عملية تنظيم التنفس Regulation of Respiration

وتشمل العوامل الكيماوية والعصبية التي تنظم احتياجات الجسم في اخذ الغازات وطرحها .

التشريح الفزيولوجي للجهاز التنفسي

Physiological Anatomy of the Respiratory system

ينقسم الجهاز التنفسي الى قسمين وكما هو موضح في الشكل (٥٨) :

اولا : الامارات التوصيلية Conduction Passages

ثانيا : الامارات التنفسية Respiratory Passages

الامارات التوصيلية تشمل الجوفين الانفيين Nasal Cavities والبلعوم Pharynx والحنجرة Larynx والرغامى Trachea وقصبتيه اليمنى واليسرى (right and Left bronchi) اي واحدة لكل رئة حيث تتفرع كل قصبة الى قصبات هوائية ثانوية اصغر Secondary bronchi وبالتالي تكون فروعا صغيرة جدا تشمل القصبات القطعية Segmental

bronchi ثم القصيبات النهائية Terminal bronchioles .

ان مسالك التوصيل تمثل الامارات التي تمكّن الهواء من الدخول الى الرئتين والخروج منها ولا يحدث اي تباين للغازات خلال تلك الامارات لان جدرانها سميكه لدرجة لاتسمح بتبادل الغازات بين الهواء وشبكة الاوعية الدموية في جدرانها .

أن الهواء في تلك الاقسام يدعى بالهواء الميت Dead air وحجم تلك التراكيب الحافوة على هذا الهواء يدعى بالحيز التشريحي الميت Anatomical Dead Space

ان تصفية ذرات الغبار والمواد الضارة وازالتها من هواء الشهيق وكذلك تعديل رطوبته ودرجة حرارته خلال مروره بالامارات التوصيلية تم على النحو الاتي :

تم ازالة ذرات الغبار العالقة بهواء الشهيق وكذلك المواد الضارة بوساطة الشعر في المنخرين الامامين وكذلك من خلال المادة المخاطية المغطيه للفشاء الباطني لامارات التوصيل . ان الطبقة المخاطية تتحرك باتجاه البلعوم بوساطة اهداب موجوده على الخلايا الظهارية وتوافق عمل الطبقة المخاطية مع حركة الاهداب يسمى بالحركة المخاطية الهدبية Mucociliary Escalator حيث تكون على نحو متواصل صعودا ونزولا .

توجد غدد في جدران الامارات التوصيلية لها وسيلة دفاعية حيث تقوم بانتاج اضداد مناعية (IgA) ضد دخول المستضدات في هواء الشهيق .

اما ترطيب هواء الشهيق فانه يتم بوساطة الماء المتبخّر من المادة المخاطية المبطنة لتلك الامارات وكذلك بوساطة انتاج اللادة المصلية من الغدد في جدران تلك الاجزاء وايضا يربط هواء الشهيق بوساطة السائل الخلالي المترشح من خلال التبطينات البطانية لتلك الامارات .

أن تسخين هواء الشهيق يتم بواسطة الاشعاعات الحرارية المنبعثة من الدم في الاوعية الدموية لجدران تلك الامارات .

الجوفان الانفيان Nasal Cavities

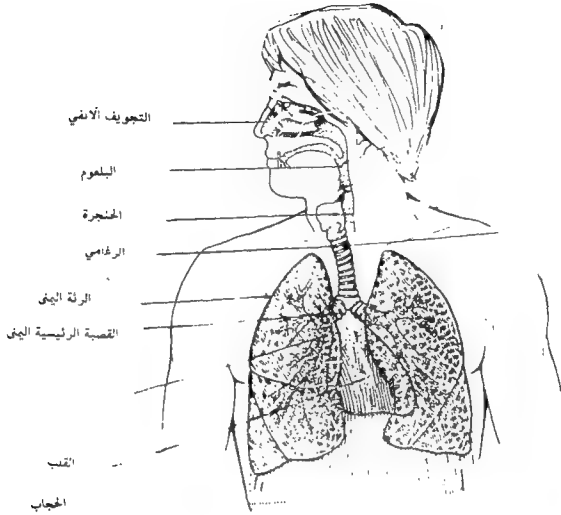
ان جوفي الانف ينفلان احدهما عن الاخر بواسطة الحاجز الانفي ولكل واحد منها فتحتان امامية وخلفية . الفتحة الامامية تسمى المنخر الامامي والفتحة الخلفية تسمى المنخر الخلفي . والمنخران الاماميان ينفتحان الى الخارج وينو عليهما الشعر . اما المنخران الخلفيان فينفتحان في القسم العلوي من البلعوم (Naso Pharynx) . يبطن التجويف الانفي بنسيج ظهاري عمودي مهادب متعدد الطبقات كاذب . يحتوي الانف على عضو الشم المتكون من خلايا عصبية ظهارية .

يشترك تجويفا الانف في اظهار (انتاج) الصوت ايضا .
البلعوم Pharynx :- مر قعي 'شكل يمتد من قاعدة الجمجمة الى المنطقة المقابلة للفتحة الاسفل للحنجرة وهو يمر مشترك للهواء والغذاء ومع ذلك ان الهواء لا يمكن ان يستنشق في نفس الوقت الذي يتلغ فيه الغذاء . يقع البلعوم خلف الجوفين الانفيين واللفم والحنجرة وينقسم الى ثلاثة اقسام وحسب موقعها :

اولا : البلعوم الانفي (الحيشوم) Naso pharynx يمثل القسم العلوي من البلعوم وهو مجرى هوائي يتصل من الاعلى بفتحتي المنخرين الخلفين ومن الاسفل يتصل بالبلعوم القمي عند مستوى الحنك الرخو . وعلى الجدار الوحشي لهذا القسم توجد قناة اوستاكي التي بواسطتها يتصل البلعوم بالاذن الوسطى على كل جانب كما توجد على الجدار الخلفي له مجموعة من الغدد اللعفاوية تدعى باللويزة الحيشومية .

ثانيا : الحلقوم Oropharynx يقع اسفل البلعوم الانفي وخلف الفم وعلى جداريه الوحشين الايسر واليمين توجد اللوزتان Tonsils .

ثالثا : البلعوم الحنجري Laryngopharynx يمثل القسم الاسفل من البلعوم ويقع خلف الحنجرة يمتد من مستوى لسان المزمار حتى يتصل مع بداية الرئ .
الحنجرة Larynx :- تركيب غضروفي مكون من تسعة غضاريف ثلاثة منها



الشكل (٥٨) : السام جهاز التنفس

منفردة والستة الباقية زوجيه، تمتد الحنجرة من جذر اللسان حتى الرغامى .
والحنجرة فضلا عن كونها تمثل للهواء من البلعوم الى الرغامى فهي متخصصة
لاحداث الاصوات وذلك لاحتوائها على الاوتار الصوتية .

الرغامى Trachea :

انبوب هوائي واسع يبلغ طوله حوالي ١٢ سم انحناءات يمثل مرآ للهواء من الحنجرة الى قصبة الهبنى والبرى . يقع الرغامى فى الخط الوسطى امام المرئ ومقابل للفقرة العنقية السادسة وحتى مستوى الفقرة الصدرية الرابعة . يقع القسم العلوى من الرغامى فى الرقبة اما القسم السفلى فىقع فى القفص الصدرى . تتكون جدران الرغامى من ستة عشر الى عشرين من الغضاريف القصبية المتسلسلة وعلى شكل حرف (C) وتكون نهاياتها مربوطة بنسيج ليفى وعضلات ملساء وهذه الغضاريف تحافظ على بقاء الرغامى مفتوحا . يبطن الرغامى بغشاء مخاطى يحتوى على اهداب .

الشجرة القصبية Bronchial tree

يتفرع الرغامى عند مستوى الحافة العليا للفقرة الصدرية الخامسة الى قصبتين رئيسيتين وكما هو موضح فى الشكل (٥٩) المشاهتين له من حيث التركيب وذلك لاحتوائهما على التركيبات الغضروفية فى جدرانها والتي تحافظ عليها مفتوحتين .

الامارات التنفسية Respiratory passages

تمثل الجزء الفعال من الجهاز التنفسى والذي يتم فيه تبادل الغازات بين الدم والهواء فى الانساج . تتكون الامارات التنفسية من القصيبات التنفسية Respiratory Bronchioles وفروعها التى تشمل القنوات السخية Alveolar Ducts والتي بدورها تنفتح بـ"الكياس السخية Alveolar sacs" والتي تشمل عدة انساج Alveoli وهى اصغر تقسيم نهائى فى الممر التنفسى .

ان تفرعات القصيبات النهائية تمثل القصيبات التنفسية والتي يبلغ قطرها حوالي نصف ميللى متر . تتفرع القصيبة التنفسية مكونة عدة قنوات سخية وهذه بدورها تنفتح بالاكياس السخية ثم الانساج . وتتكون الاكياس السخية من طبقة ظهائرية رقيقة . كما ان الانساج تظهر على شكل بروزات من جوانب القصيبات التنفسية والقنوات السخية .

تحاط جدران الاكياس السنخية الرئوية بشبكة من الاوعية الدموية الشعرية المثبتة بنسيج ليفي ونسيج مرن . ان الهواء في الاسناخ يفصله عن الدم في الاوعية الدموية الشعرية حاجز رقيق يسمح بمرور الغازات بين هواء الاسناخ والدم ويدعى بالفشاء التنفسي Respiratory membrane .

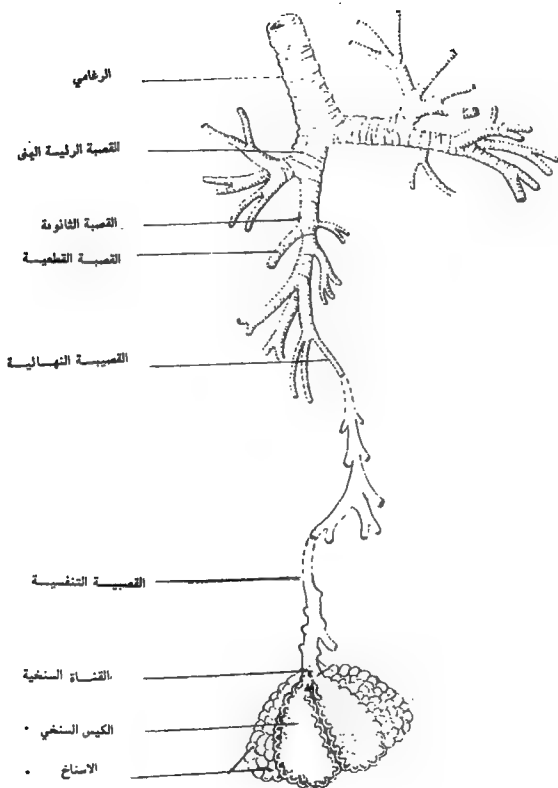
يوجد حوالي اربعة عشر مليون قناة سنخية وسبعائة مليون سنخ في انسجة الرئتين لهذا ان مساحة السطح التنفسي تتراوح بين خمسين الى مئة متر مربع .

الرئتان The lungs

هما عضوا التنفس موزعتان بجزئية في جوفى الجنبوي في الصدر باستثناء منطقة اتصالهما بالسماة بجذر الرئة . تتكون الرئة اليمنى من ثلاثة فصوص وللرئة اليسرى من فصين . وكل رئة تكون تركيباً مخروطي الشكل قاعدته تضطجح على الحجاب الحاجز وقته الى الاعلى .

وبسبب دفع الكبد للحجاب الحاجز الى الاعلى تكون الرئة اليمنى اقصر من الرئة اليسرى ولكن حجمها اكبر من حجم اليسرى لان جزءاً من جوف الصدر يحتله القلب . للرئة ملمس اسفنجي وبسبب مرونة مادة الرئة الاسفنجية المملوءة بالهواء فهي تطفو على الماء اذا وضعت عليه . يقع تغير كل رئة (lung Hilum) في منتصف سطحها الانسي حيث تدخل من خلاله كل التراكيب الى الرئة وتخرج والتي تشمل الشرايين والاوردة والاعصاب والقصبية .

تحاط كل رئة بفشاء جنبوي pleural membrane يتكون من طبقتين الطبقة الملتصقة بسطح الرئة تدعى بالطبقة الحشوية (الداخلية) Visceral Layer وتنطوى تلك الطبقة على نفسها عند جذر الرئة لتكون طبقة اخرى تلتصق بالسطح الداخلي لجدار الصدر لتبطنه وتدعى بالطبقة الجدارية (الخارجية) Parietal Layer والفراغ المحصور بين هاتين الطبقتين يدعى بجوف الفشاء الجنبوي Pleural Cavity الذي يحتوي على كمية قليلة من سائل مصلي يدعى بالسائل الجنبوي Pleural Fluid حيث يعمل كاده دهنية تقلل من الاحتكاك بين الطبقة الحشوية والطبقة الجدارية للفشاء الجنبوي وهذا مما يسهل حركة الرئتين ضمن الصدر .



الشكل (٥٩) الشجرة القصبية

الفشاء التنفسي Respiratory Membrane

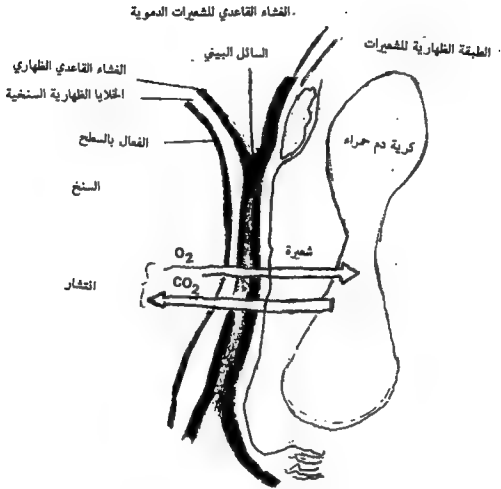
يوفر الفشاء التنفسي المساحة الكافية التي يجري من خلالها تبادل الغازات بين الهواء السخبي والدم في الشعيرات الدموية التي تحيط بالاسناخ حيث يجري تزويد الدم بالكمية المطلوبة من الاكسجين وإزالة ثاني أكسيد الكربون منه ويلاحظ بأن الفرق في ضغط الاكسجين على جانبي الفشاء التنفسي أكثر بكثير مما هو عليه بالنسبة لثاني أكسيد الكربون ويصود السبب لسرعة انتشار ثاني أكسيد الكربون بالسواء وهي أكثر من سرعة انتشار الاكسجين .

يتألف الفشاء التنفسي كما هو موضح في الشكل (٦٠) من :
١ . طبقة من سائل يبطن السخ و السني يتركب من الشحيمات الفسفورية (Phospholipids) وربما مواد أخرى ويدعى الفعال بالسطح (Surfactant) . ان الفعال بالسطح يقلل من التوتر السطحي للسائل السخبي بحوالي ٧ - ١٤ مرة أقل من التوتر السطحي في حالة الماء وحده وهذه الخاصية يكون له اثر مهم في مطاوعة الرئتين .

أن نقص الفعال بالسطح في الطفل حديث الولادة يسبب مرض الفشاء الزجاجي Hyaline Membrane الذي يتصف بأنكاش رئوي متزايد .

- ٢ . الخلايا الظهارية السخية .
- ٣ . الفشاء القاعدي الظهاري .
- ٤ . طبقة رقيقة من سائل يفصل الطبقة الظهارية السخيه عن الفشاء القاعدي للشعيرات الدموية .
- ٥ . الفشاء القاعدي للشعيرات الدموية .
- ٦ . الطبقة الظهارية للشعيرات .

ان سمك الفشاء التنفسي يبلغ حوالي نصف ميكرومتر بالرغم من ذلك العدد من الطبقات المكونه له وهذا مما يسهل تنافذ الغازات بين الدم وهواء الاسناخ من خلاله .



الشكل (٦٠) الفشاء التنفسي

آلية التنفس Mechanism Of Respiration

ان دخول الهواء الى الرئتين وخروجه منها ناتج عن التغير الحاصل في الضغط داخل التجويف الصدري . وبسبب اتساع التجويف الصدري الذي ينتج عنه الاقلال في الضغط السلي في التجويف الجنبوي وهذا مما يسمح للرئتين بالتدد والانتعاش ويقلل الضغط داخلها موازنة مع الضغط الجوي وبسبب الفرق بين الضغطين يدخل الهواء الى الانساخ عبر الامارات التنفسية وتسمى تلك العملية بالشهيق (Inspiration) وهي عملية فاعله (Active) لانها ناتجة عن جهد عضلي . وفي نهاية الشهيق يتساوى الضغط الجوي مع الضغط داخل الانساخ .

أما عملية خروج الهواء من الرئتين فتسمى بالزفير (Expiration) وتنتج عن ارتخاء العضلات الشهيقية وعودة التراكيب المرنة للرئتين والصدر لوضعها الطبيعي مما يسبب الأقلال من حجم الرئتين وزيادة الضغط فيها مسببا طرح الهواء الى الخارج . وعملية الزفير هي عملية منفصلة (Passive) في التنفس الاعتيادي الهادي لانها لا تحتاج الى جهد عضلي وتنتج عن ارتخاء العضلات الشهيقية .

تمثل عضلة الحجاب (Diaphragm Muscle) أهم العضلات التنفسية حيث يزداد البعد العمودي للتجويف الصدري نتيجة لتقلصها وإن حوالي ٢٦٠ من الهواء المستنشق يعود لعمل تلك العضلة . أما العضلات الشهيقية الأخرى فهي العضلات الوريبة الخارجية External Intercostal Muscles وينتج عن تقلصها زيادة في البعد العرضي والإمامي الخلفي للتجويف الصدري .

ومن الملاحظ أن توسع الرئة لا يكون بحالة متجانسة في جميع الاتجاهات إذ أن التوسع الأكبر يحدث في الأجزاء السفلى والخارجية من الرئة لهذا أن أعدادا كبيرة من الأسناخ في الجزء العلوى تكون تهويتها قليلة . وفي حالة ازدياد سرعة التنفس كما في التمارين الرياضية تستخدم عضلات إضافية لتعزيز عملية الشهيق كالعضلات القصصية الترقوية الخشائية Sternal cleido Mastiod والعضلات الأخمعية Scalenus Muscles والعضلات الناصبة للعمود الفقري Erectus Muscles of Spine والعضلات الرافعة للوح الكتف Elevator Muscles Scapular ويضاف إليها العضلات للنشارية الامامية Anterior Serrati muscles .

إن عملية الزفير في الأحوال الاعتيادية تنتج عن ارتخاء العضلات الشهيقية ولكن في حالة زفير قوى تستخدم عضلات إضافية لتعزيز عملية الزفير كالعضلات الوريبة الداخلية Internal Intercostal Muscles والعضلات البطنية Abdominal Muscles والعضلات النشارية الخلفية السفلية Posterior Inferior Serrati muscles

أن معدل عدد مرات التنفس في الدقيقة الواحدة يتراوح بين ١٥ - ١٨ مرة وتشمل المرة الواحدة دخول الهواء الى الرئتين وخروجه منها أي تكون ذات حركة مزدوجة . ولكن عدد مرات التنفس في الأطفال المولودين حديثا يتراوح بين ٢٥ - ٥٠ مرة في الدقيقة ومع تقدم العمر يقل عددها أي بعد سنة تصبح حوالي ٣٠ مرة في الدقيقة . وهناك العديد من الحالات التي تزيد من سرعة التنفس مثلا تزداد سرعة التنفس أثناء التمارين الرياضية وكذلك تصاحب الزيادة في عملية الاستقلاب كما أن سرعة التنفس تزداد في بعض الحالات المرضية كالزيادة في إفرازات الغدة الدرقية .

ان تغير الهواء اثناء التنفس الهادئ (Eupnea) يحتاج الى جهد قليل ولكن يزداد الجهد في حالة الزيادة في عمق سرعة التنفس ومعدلها . والجهد المستخدم في عملية التنفس تحدده عدة عوامل تشمل مقاومة مرور الهواء في الامارات ومطاطعة الرئتين ومرونتها .

ان مقاومة مرور الهواء تعتمد على طول التراكيب الانبوية للجهاز التنفسي وقطرها فثلا اذا كان الانبوب صغيرا فمرور الهواء فيه يتطلب جهدا كبيرا . كذلك تزداد المقاومة اذا لم يمر تفريغ الانساخ بصورة اعتيادية من الهواء .

ان مطاطعة الرئتين تمثل قابلية تمثل قابلية الانساخ والانسجة الرئوية للتوسع اثناء الشهيق ولكن اذا استعاض عن النسيج المرن بنسيج ليفي غير مرن كالذي يحدث في حالة الاصابات يصبح الجهد المبذول لتوسيع الرئتين كبيرا .

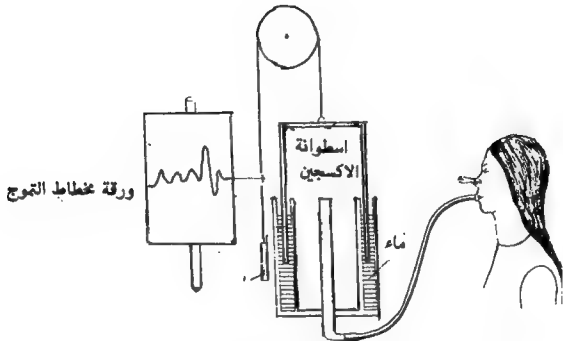
ان مرونة الرئتين تمثل قابلية الانسجة المرنة في الرئتين على الانكماش اثناء الزفير مما يسبب طرح الهواء من الرئتين الى الخارج ولكن في حالة قلة النسيج المرن في الرئتين تقلل قابلية انكماش الرئتين مما يسبب زيادة في فعالية العضلات البطنية للمساعدة في افراغ الرئتين من الهواء . والمطاطعة تشمل النسبة بين الزيادة في الضغط والتغير في الحجم وتساوي ٢٠٠ سم ضغط ماء :

$$\frac{\text{الزيادة في الحجم}}{\text{الزيادة في الضغط}} = \frac{\Delta V}{\Delta P}$$

الحجوم والسعات الرئوية

The Pulmonary Volumes And Capacities

تقاس معظم الحجوم والسعات الرئوية بوساطة جهاز مقياس التنفس (Spirometer) الذي يتكون من اسطوانتين معدنيتين واحدة خارجية مملوءة بالماء والثانية تحتوى على هواء التنفس وهو اما ان يكون اكسجينا وحده او هواء التنفس الاعتيادي وتوضع بصورة مقلوبة لتطفو على الماء وتم موازنتها بوساطة ثقل الموازنة وترتبط اسطوانته الغاز بالغم بوساطة انبوب مطاطي كما هو موضح في الشكل (٦١) .



١ الشكل (٦١) جهاز مقياس التنفس

وعندما يتنفس الشخص تتحرك الاسطوانة الى الاعلى والاسفل متوافقة مع حركة التنفس والتي تسجل على ورقة غطاء التوج Kymograph كما في الشكل (٦٢) الذي يوضح الحجم والسعات الرئوية .

حجوم الرئة Lung Volumes

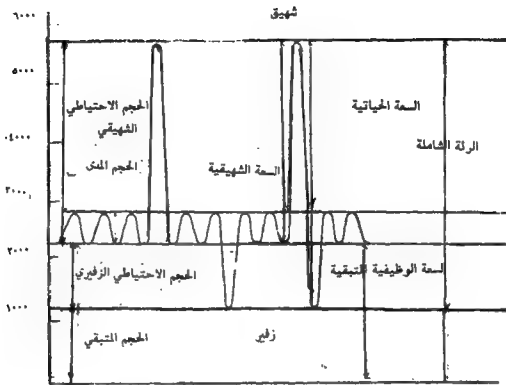
اولا : الحجم المدي (الحجم الزفيري) Tidal Volume

يمثل حجم الهواء الذي يستنشق الشخص بعملية شهيق واحدة او يطرحه بعملية زفير واحدة خلال عملية التنفس الاعتيادي الهادئ ،ويبلغ حوالي ٥٠٠ سم^٣ .

ثانيا : الحجم الاحتياطي الشهقي Inspiratory Reserve Volume يمثل كمية الهواء التي يمكن ان تستنشق من مستوى الحد الذي اخذ كشهيق اثناء الشهيق الطبيعي الهادي وهذا يدل على ان الانسان يستطيع ان يستنشق حجبا من الهواء اكبر من الحجم المدي ويتراوح الحجم الاحتياطي الشهقي بين ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ سم^٣ .

ثالثا : الحجم الاحتياطي الزفيري Expiratory Reserve Volume

يمثل اكبر كمية من الهواء والتي يمكن زفرها بعد مستوى الزفير الطبيعي الهادي ويتراوح هذا الحجم بين ١٢٠٠ - ١٣٠٠ سم^٣ .



الشكل (١٦) الحجم والسعات الرئوية

رابعاً : الحجم المتبقي Residual Volume

يمثل كمية الهواء المتبقية في الرئتين والتي لا يمكن طرحها مهما كانت قوة الزفير وذلك بسبب الضغط السلبي في الجوف الجنبوي والذي لا يسمح بتفريغ الرئتين كلياً من الهواء . ان الهواء المتبقي في الرئتين يكون مصدراً لاستمرار تبادل الغازات بينه وبين الدم حتى بين كل عملية تنفس واخرى وهذا مما يمنع التغير الحاد في تركيزي الاكسجين وثاني اكسيد الكربون في كل عملية تنفس الذي قد يسبب تأثيراً غير مرغوب به على عملية التنفس . ويتراوح الحجم المتبقي بين ١٠٠٠ - ١٥٠٠ سم^٣.

السعات الرئوية Pulmonary Capacities

أولاً: السعة الشهقية The Inspiratory Capacity

تمثل أقصى كمية من الهواء يمكن استنشاقها بعد مستوى الزفير الاعتيادي وتساوي مجموع الحجم الاحتياطي الشهقي مضافاً اليه الحجم المتبقي . تتراوح هذه السعة بين ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ سم^٣.

ثانيا : السعة الوظيفية المتبقية Function Residual Capacity

تشمل كمية الهواء للتيقية في الرئتين بعد الزفير الاعتيادي الهادى وتساوى مجموع الحجم الاحتياطي الزفيري زائدا الحجم المتبقي وتبلغ هذه السعة ٢٣٠٠ سم^٣ .

ثالثا : السعة الحياتية The Vital Capacity

تمثل اقصى كمية من الهواء يمكن طرحها بعد اقصى شهيق وتبلغ حوالي ١٥٠٠ سم^٣ في الرجال و ٢٥٠٠ سم^٣ في النساء . والسعة الحياتية تساوى مجموع الحجم الاحتياطي الشهقي مضافا اليه الحجم المتبقي والحجم الاحتياطي الزفيري .

ان قياس السعة الحياتية مهم في التطبيقات السريرية ومن العوامل التي تؤثر على السعة الحياتية فضلا عن وضعية الشخص عند قياسها تعتمد السعة الحياتية على مطاوعة الرئتين والقفص الصدري وهناك العديد من الامراض التي تقلل من قابلية الرئتين على الاتساع والتدد وهذا ينتج عنه قلة في السعة الحياتية ومن تلك الامراض مرض السل والانتفاخ الرئوي والتهاب القصبات للزمن والربو المزمن وسرطان الرئة . كذلك تعتمد السعة الحياتية على حالة عضلات التنفس ووضعيتها- ففي حالة شلل عضلات التنفس بسبب الاصابات كأصابة النخاع الشوكي او في حالة التهاب سنجابية النخاع تقل السعة الحياتية وقد تصل الى ما بين ٥٠٠ - ١٠٠٠ سم^٣ .

رابعا : سعة الرئة الشاملة The Total Lung Capacity

تمثل كمية الهواء التي تحتويها الرئتان عند نهاية اقصى شهيق اذ تساوى مجموع الحجم الاحتياطي الشهقي مضافا اليه الحجم المدى زائدا الحجم الاحتياطي الزفيري والحجم المتبقى وتبلغ حوالي ٥٨٠٠ سم^٣ .

وبما سبق ذكره يلاحظ بأن هناك العديد من العوامل التي تغير من معدل الحجم والسعات الرئوية فثلا تزداد السعات الرئوية بصورة طبيعية عند الرياضيين وكذلك تتغير الحجم والسعات الرئوية حسب تغير وضعية الشخص فثلا معظمها يقل في حالة الانبطاح ويزداد في حالة الجلوس ويزداد اكثر في حالة الوقوف ، والعاملان الرئيسان المؤديان الى هذا التغير هو انه في حالة الانبطاح تميل محتويات البطن الى الضغط على الحجاب الحاجز ودفعه الى الاعلى وكذلك للزيادة الحاصلة في حجم الدم الرئوي اثناء الانبطاح مما يسبب تقليل الحيز الذي يحتله الهواء في الرئتين .

التهووية الرئوية Pulmonary Ventilation

تمثل كمية الهواء المأخوذة في الدقيقة الواحد وتساوي الحجم المدي \times سرعة التنفس (مرات التنفس في الدقيقة) فمثلا اذا كانت سرعة التنفس تساوي ١٢ والحجم المدي يساوي ٥٠٠ سم^٣ فإن التهوية الرئوية تبلغ ٦٠٠٠ سم^٣ / دقيقة .
ان المعدل الطبيعي للتهوية الرئوية عند البالغين يتراوح بين ٦٠٠٠ - ٨٠٠٠ سم^٣ / دقيقة .

اذا زادت سرعة التنفس لتصل الى ٥٠ مرة / دقيقة فإن الحجم المدي قد يساوي السعة الحياتية وان الشخص بصورة عامة لا يستطيع تحمل حجم مدي اكبر من نصف السعة الحياتية . اذ ان الشخص وبصورة ارادية يمكن ان يصل الى اقصى مدى تنفسي يتراوح بين ١٠٠ - ١٢٠ لتر / دقيقة ولمدة ١٥ ثانية وتسمى هذه بسعة التنفس العظمى .

تهوية الامنخ Ventilation Of The Alveoli

تمثل معدل تجديد الهواء السخفي بالهواء الخارج في الدقيقة الواحدة . حيث ان تهوية الامنخ تساوي التنفس \times (الحجم المدي - الحيز الميت): ان الحيز الميت يشمل حجم الهواء الذي يحتل الامرات التنفسية العليا في كل عملية تنفس والذي لايدخل في عملية تبادل الغازات ويبلغ حوالي ١٥٠ سم^٣ من الحجم المدي في الحالات الطبيعية ويزداد مع التقدم في العمر .

في بداية الشهيق تكون كمية كبيرة من الهواء قد ملأت الحيز الميت قبل دخوله الى الامنخ كما أنه في بداية الزفير يطرح هواء الحيز الميت قبل الهواء المطروح من الامنخ .
أن الحيز الميت التشريحي Anatomical Dead Space يشمل حجم الهواء في الامرات الهوائية ابتداء من الانف والفم الى الامنخ .

اما الحيز الميت الفسيولوجي Physiological Dead Space فيشمل الحيز الميت التشريحي مضافا اليه حجم الهواء في الامنخ غير العاملة (الاجري فيها تبادل الغازات) مضافا اليه حجم الهواء في الامنخ التي تعمل بصورة جزئية والتي يكون فيها نسبة معدل جريان الدم الى التهوية في تلك الامنخ قليلة جدا .
في الحالات الطبيعية يكون الحيز الميت التشريحي مساويا وبصورة تقريبية الى الحيز الميت الفزيولوجي لان الامنخ تعمل كلها في الرئة الطبيعية . ولكن هناك العديد من

الحالات المرضية والتي يصبح فيها الحجم الميت الفزيولوجي اكبر بكثير من الحجم الميت التشريحي . وما تقدم يمكن إيجاد معدل تهوية الانساخ في الدقيقة الواحدة والتي تساوي سرعة التنفس \times (الحجم المدي مطروحا منه الحجم الميت الفزيولوجي) .
 ان الحجم المدي الطبيعي ٥٠٠ سم^٣ والحجم الميت الفزيولوجي الطبيعي ١٥٠ سم^٣
 وسرعة التنفس تساوي اثني عشر وبالرجوع الى المعادلة المذكورة فإن معدل تهوية الانساخ في الدقيقة يبلغ حوالي ٤٢٠٠ سم^٣ . ان تهوية الانساخ هي احدى العوامل الرئيسة التي تقرر معدل تركيز الاكسجين وثاني اكسيد الكربون في الهواء السنخي .

تبادل الغازات Gases Exchange

يتم تبادل الغازات كغاز الاكسجين وغاز ثاني اكسيد الكربون بين الهواء السنخي والدم وكذلك بين الدم وخلايا انسجة الجسم المختلفة بواسطة الانتشار البسيط . يوجد العديد من القوانين الفيزيائية والتي تنسب الى فعل الغازات وتشمل ما يأتي :-

قانون دالتون للضغط الجزئي Dalton's Law

ينص على ان كل غاز في مزيج من الغازات يعمل وكأنه يحتل الحجم الكلي بمفرده وضغطه الجزئي يساوي غير معتمد على الغازات الاخرى في الخليط (يرمز للضغط الجزئي بالحرف P فمثلا الضغط الجزئي للاكسجين يرمز له Po₂ ولثاني اكسيد الكربون Pco₂ وللنيتروجين PN₂ الخ) .

قانون بويل Boiles Law

وينص على ان الضغط لغاز ما يتناسب عكسيا مع حجمه اذا بقيت الكتلة والحرارة ثابتين .

قانون جابرلس Charles, s law

وينص على ان الحجم لغاز ما يتناسب طرديا مع حرارته المطلقة في حالة بقاء الضغط ثابتا .

قانون هنرى لتقابلية ذوبان الغازات Henrys Law

وينص على أن حجم الغاز المذاب فيزيائيا في السائل وبدرجة حرارة ثابتة يتناسب طرديا مع ضغطه الجزئي وهو لا يتأثر بجزئيات الغاز في الاتحاد الكيميائي ضمن السائل .

مبدأ أفاجادرو Avagadros Principle

وينص على أن نفس الحجم من الغازات وبنفس درجة الحرارة والضغط يحتوى على نفس العدد من الجزيئات .

قانون فكس Ficks Law

يلخص حسب المعادلة الآتية :-

فرق التركيز

معدل الانتشار = معامل الانتشار \times المساحة (—————)
المسافة

وبالرجوع الى قانون فكس يمكن تحديد العوامل الرئيسة التي تقرر معدل الانتشار عبر الغشاء التنفسي وتشمل مساحة الغشاء التنفسي الذي تجرى من خلاله عملية الانتشار حيث أن الانتشار يتناسب طرديا مع مساحة الغشاء التنفسي إذ كلما زادت المساحة زاد الانتشار والعكس صحيح . ففي بعض الحالات المرضية والتي تسبب الاقلال من مساحة الغشاء التنفسي كما في حالة مرض الانتفاخ الرئوي والذي ينتج عنه تحلل في جدران الاسناخ وإندماجها مما يقلل معدل الانتشار .

كما أن الانتشار يتناسب طرديا مع فرق التركيز على جانبي الغشاء التنفسي فكلما كان فرق التركيز عاليا ازداد معدل الانتشار .

أن معامل الانتشار تشمل مواصفات الجزيئات وهي الحجم والوزن الجزيئي للجزيئة وكذلك معدل ذوبانها في المادة التي تنتشر من خلالها وكفاءة عامة .

أن الجزيئات ذات الحجم الكبير والوزن الجزيئي العالي تكون أقل انتشارا من الجزيئات ذات الحجم الصغير والوزن الجزيئي الواطي . أن سرعة ذوبان الغازات في الماء الذي يدخل في تراكيب الغشاء التنفسي تؤثر تأثيرا أساسيا في الانتشار فثلا أن

سرعة ذوبان ثاني اكسيد الكربون في الماء اكثر بموالي عشرين مرة من سرعة ذوبان الاكسجين لهذا ان سرعة ازالة ثاني اكسيد الكربون من الدم عبر الغشاء التنفسي تكون اكثر بكثير من معدل سرعة تزويد الدم بالاكسجين وبسبب سرعة ذوبان ثاني اكسيد الكربون بالماء مما يسهل انتشاره بصورة سريعة عبر الغشاء التنفسي لهذا يكون الفرق في تركيزي ثاني اكسيد الكربون على جانبي الغشاء التنفسي اقل بكثير موازنة بالاكسجين .
 وحيث ان لتهوية الاسناخ الطبيعية اثرا أساسيا في جعل الفرق بين تركيزي الاكسجين على جانبي الغشاء التنفسي كبير مما يسمح بانتشار الاكسجين وبمعدل عال عبر الغشاء التنفسي . وبالرجوع لقانون جارلس فأن الارتفاع في درجة الحرارة يزيد الطاقة الحركية للغازات مما يزيد من تصادم الجزيئات وينتج عن ذلك زيادة في الضغط لهذا ان معدل الانتشار يزداد او يقل وبمعدل ثابت وفق التغير في درجة حرارة الجسم .

وبالرجوع لقانون دالتون فأن الضغط الكلي لخليط من الغازات يساوي مجموع الضغوط الجزئية لتلك الغازات في الخليط ويمكن ايجاد الضغط الجزئي للغاز وذلك بضرب نسبة تركيزه في الخليط في الضغط الكلي للخليط.

مثلا ان نسبة تركيز الاكسجين في الهواء الجاف وعلى مستوى سطح البحر تساوي ٢٠.٩٢% والضغط الجوي على مستوى سطح البحر ٧٦٠ ميلي متر زئبق اذن فالضغط الجزئي للاكسجين يساوي $760 \times 0.209 = 159$ ميلي متر زئبق .

ومن المعادلة المذكورة يستنتج بأن الضغط الجزئي للغاز يتناسب طرديا مع تركيزه والجدول الاتي يوضح الضغوط الجزئية للغازات للكونه للهواء الجاف وعلى مستوى سطح البحر .

الغاز	النسبة المئوية للحجم الكلي	الضغط الجزئي ميلي متر زئبق
١ . الماء	صفر	صفر
٢ . النتروجين	٧٩.١	٦٠١
٣ . الاكسجين	٢٠.٩	١٥٩
٤ . ثاني اكسيد الكربون	٠.٠٠٥	٠.٣
المجموع الكلي	١٠٠	٧٦٠

وفي المصطلح الفزيولوجي (الوظيفي) يستعمل الضغط الجزئي للغاز بدلا من تركيزه .

أنماط التنفس Types Of Respiration

١ . التنفس الخارجي External Respiration

يشمل دخول الهواء الى الانساخ من خلال الامارات التنفسية العليا والسفلى وكذلك انتشار الغازات كالأكسجين وثاني أكسيد الكربون عبر الغشاء التنفسي بين هواء الانساخ والدم .

وكا هو موضح سابقا فان لسرعة ذوبان ثاني أكسيد الكربون في التركيب المائي للغشاء التنفسي تعجل من طرحه من الدم الى هواء الانساخ . ولكن يؤثر الفرق في الضغط الجزئي للأكسجين على جانبي الغشاء التنفسي تأثيرا مهما في سرعة انتشاره حيث ان فرق الضغط الجزئي للأكسجين على جانبي الغشاء التنفسي يبلغ حوالي ٦٠ ميلي زئبق بينما فرق الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون يبلغ حوالي ٦ ميلي مترات زئبق . وكذلك ان لقابلية الهيموغلوبين للاتحاد بالأكسجين اثرا مهما في تحميل الدم بالكمية الكافية من الأكسجين .

٢ . التنفس الداخلي Internal Respiration

(Blood – tissues Gas Exchange)

يشمل التنفس الداخلي مرحلة تبادل الغازات (كالأكسجين وثاني أكسيد الكربون) بين الدم وخلايا أنسجة الجسم وكذلك عملية الأكسدة والاحتراق (الاستقلاب) في خلايا الأنسجة والتي تنتج عنها الطاقة والخلقات .

نقل الأكسجين Carriage Of Oxygen

ان الضغط الجزئي للأكسجين في هواء الانساخ يبلغ حوالي ١٠٤ ميلي مترات زئبق اما في الدم الشرياني الذاهب الى الشعيرات الدموية الرئوية حول الانساخ فيبلغ حوالي ٤٠ ميلي متر زئبق ونتيجة للفرق الكبير في الضغط الجزئي للأكسجين على جانبي الغشاء التنفسي ينتشر الأكسجين عبر الغشاء التنفسي ويصورة سريعة جدا لدرجة ان تحميل الدم به يكون باقل من ثانية وكا هو موضح في الشكل (٦٢) .

ان الضغط الجزئي للأكسجين في الدم الشرياني يبلغ حوالي ٩٥ ميلي متر زئبق بينما يبلغ في هواء الانساخ ١٠٤ ميلي مترات زئبق ويعود سبب هذا الفرق لكون ٢٪ من النتاج القلبي تذهب في اوعية دموية قليلة التهوية اما في الرئتين نفسها او في الأنسجة

المجاورة ونتيجة لامتزاج تلك الكمية مع الكمية العظمى من الدم والمشبعة بالاكسجين العائد الى الجانب الايسر من القلب يتسبب هذا الانخفاض في الضغط الجزئي للاكسجين وتسمى هذه الظاهرة بانفراج الوريدي Venous Admixture .

يقتل الاكسجين في الدم الشرياني الى الانسجة وحيث يبلغ ضغطه الجزئي ٩٥ ميلي متر زئبق بينما الضغط الجزئي للاوكسجين في السائل الخلالي يبلغ حوالي ٤٠ ميلي متر زئبق وبسبب فرق الضغط الجزئي للاكسجين في دم الشعيرات والسائل الخلالي ينتشر الاكسجين من الدم الشرياني الى السائل الخلالي . كما انه بسبب عمليات الاستقلاب في الخلايا والتي يستهلك فيها الاكسجين وبصورة مستمرة مما يجعل الضغط الجزئي للاكسجين في الخلايا يبلغ حوالي ٣٠ ميلي متر زئبق ونتيجة للفرق في الضغط الجزئي للاكسجين في السائل الخلالي وداخل الخلايا يتم انتشاره من السائل الخلالي الى داخل الخلايا . يعود الدم الوريدي الى الجانب الايمن من القلب وفيه يكون الضغط الجزئي للاكسجين ٤٠ ميلي متر زئبق والضغط الجزئي لثاني اكسيد الكربون ٤٥ ميلي متر زئبق والذي تزداد كيته في الدم الوريدي نتيجة لعمليات الاستقلاب في الخلايا . ثم يعاد ضخ الدم الى الرئتين من اجل تزويده بالاكسجين وازالة ثاني اكسيد الكربون وتم تلك العملية عبر الغشاء التنفسي للانساخ .

ان حوالي ٩٧٪ من كمية الاكسجين المنقولة بالدم تم بواسطة الهيموغلوبين بينما تنقل كمية قليلة منه بشكل ذائب في البلازما . وان كمية الاكسجين المنقولة تعتمد على خاصية الهيموغلوبين للاتحاد بالاكسجين فان الغرام الواحد من الهيموغلوبين له قابلية الاتحاد مع ١.٣٤ ميلي لتر من الاكسجين لذا فإذا كان الدم يحتوى على كمية ١٥ غراما من الهيموغلوبين في كل ١٠٠ ميلي لتر منه سيتمكن ان يحمل ٢٠ ميلي لتر من الاكسجين وان الدم للمفاد للشعيرات الدموية الرئوية يكون مشبعا بحوالي ٩٧٪ من الاكسجين لان التشبع الكامل بالاكسجين يحتاج الى ضغط جزئي للاكسجين يبلغ حوالي ١٥٠ ميلي متر زئبق .

ان كمية الاكسجين المتحد بالهيموغلوبين في الدم الشرياني (٩٧٪) نسبة اشباع الهيموغلوبين) تبلغ حوالي ١٩.٤ ميلي لتر لكل ١٠٠ ميلي لتر دم وبمرور الدم في شعيرات الانسجة ولتطلبات عملية الاستقلاب تزال حوالي ٥ ميلي لتر من الاكسجين المتحد بالهيموغلوبين لكل ١٠٠ ميلي لتر دم لهذا يكون الدم العائد للرئتين يحتوى على حوالي ١٤.٤ ميلي لترات كسجين في كل ١٠٠ ميلي لتر دم . ومما سبق ذكره يتبين ان ٥ ميلي

لترات من الأكسجين تزال من ١٠٠ ميلي لتر دم مروره بالانسجة وتعوض تلك الكمية المستهلكة اثناء مرور الدم في الشعيرات الرئوية .

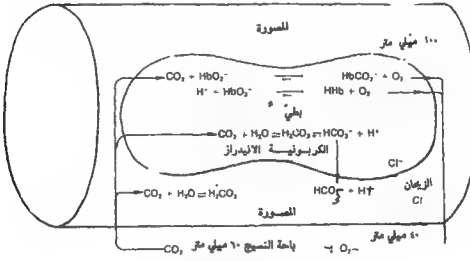
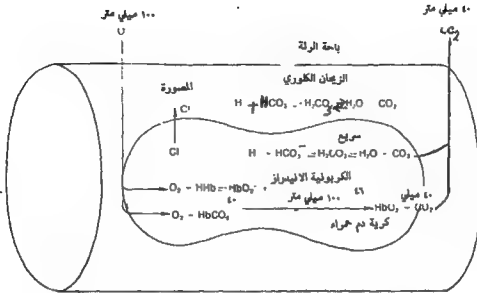
العوامل التي تؤثر على منحى التفارق الاكسجيني Factors That Effect Oxygen dissociation curve

١ . العوامل التي تؤثر على ارتباط الاكسجين بالهيموغلوبين تشمل :-
تركيز شوارد المـدرجـين :- ان الزيادة في تركيز شوارد المـدرجـين تساعد في تحرير الاكسجين من الهيموغلوبين اما قلتها فتزيد من قوة ترابط الاكسجين بالهيموغلوبين .

٢ . تركيز ثاني اكسيد الكربون :- ان الزيادة في تركيز ثاني اكسيد الكربون على مستوى الانسجة تجعل الدم اكثر حمضية مما يساعد على تحرير الاكسجين من الهيموغلوبين وبالتالي تزود الانسجة بالاكسجين وتسمى هذه الظاهرة بتأثير هالدين (Haldene Effect) . اما على مستوى انسجة الرئة ونتيجة لطرح كميات كبيرة من ثاني اكسيد الكربون خارج الجسم . فتقل نسبته في الدم وهذا مما يساعد على ارتباط الاكسجين بالهيموغلوبين .

٣ . درجة الحرارة :- ان ارتفاع درجة الحرارة يساعد في انفصال الاكسجين من الهيموغلوبين لهذا فان ارتفاع درجة الحرارة في الخلايا الفعالة يسهل من تزودها بالاكسجين موازنة مع الخلايا غير الفعالة .

٤ . تركيز ثاني فسفات الكليسيرول 2,3, Diphosphoglycerol
ان زيادة تركيز ثاني فسفات الكليسيرول في كريات الحمر تقلل من قابلية اتحاد الهيموغلوبين بالاكسجين . وتوجد العديد من العوامل التي تزيد من انتاج ثاني فسفات الكليسيرول كما في حالة فقر الدم وحالات نقص التأكسج (Hypoxia) كما توجد عدة هرمونات تزيد من انتاج ثاني فسفات الكليسيرول كهرمون النمو وهرمونات الغدة الدرقية .



الشكل (١٢)

نقل الاكسجين وثاني اكسيد الكربون

تأثير التارين الرياضية على قابلية اتحاد الاكسجين بالهيموغلوبين

- تزداد سرعة انفصال الاكسجين من الهيموغلوبين خلال التارين الرياضية والتي تؤدي الى تزويد العضلات بكميات اضافية من الاكسجين وللأسباب الآتية :-
- ١ . خلال التارين الرياضية تتحرر كمية كبيرة من ثاني اكسيد الكربون .
 - ٢ . تزداد شوارد المهدرجين نتيجة الزيادة في استقلاب العضلات .
 - ٣ . ارتفاع درجة حرارة العضلات اثناء التارين الرياضية بحوالي ٢ - ٤ درجات مئوية .
 - ٤ . زيادة في المركبات الفسفافية .

تقل ثاني اكسيد الكربون Carriage Of Carbon Dioxide

يبلغ الضغط الجزئي لثاني اكسيد الكربون في الدم الشرياني ٤٠ ميلي متر زئبق ونتيجة لعمليات الاستقلاب المستمرة في الخلايا تنتج كميات كبيرة منه مما تسبب فرقا في ضغطه الجزئي داخل الخلايا مع ضغطه الجزئي في دم الشعيرات الجهازية ونتيجة لهذا الفرق ينفذ ثاني اكسيد الكربون من خلايا الى الدم لهذا فأن ضغطه الجزئي في الدم العائد الى الرئتين يساوي ٤٦ ميلي متر زئبق بينما ضغطه الجزئي في هواء الانساخ يبلغ ٤٠ ميلي زئبق وبسبب هذا الفرق على جانبي الغشاء التنفسي ينفذ من الدم الى هواء الانساخ ليطرَح خارج الجسم وهذه العملية يتخلص الجسم من الكميات الزائدة من ثاني اكسيد الكربون وكما هو موضح في الشكل (٦٢) .

اما كيفية تقل ثاني اكسيد الكربون بالدم فأن . حوالي ٦٤٪ من كيته تنقل على شكل بيكربونات اذ ان جزءا قليلا من البيكربونات يتكون في البلازما نتيجة لاتحاد ثاني اكسيد الكربون مع الماء المكون لسائل البلازما اما الجزء الاعظم من البيكربونات فيتكون داخل الكريات الحمر وذلك بسبب وجود كميات كبيرة من انظم الكربونية الانيدراز Carbonic Anhydrase والذي يسرع من هدرجة ثاني اكسيد الكربون ليكون حمض الكربونيك كما ان ذلك الانظم يساعد ايضا في تحليل حمض الكربونيك الذي ينتج عنه تحرير ثاني اكسيد الكربون الذي يطرَح الى هواء الانساخ . ان حمض الكربونيك المتكون داخل الكريات الحمر يتحلل بسرعة مكونا شوارد البيكربونات والمهدرجين ونتيجة لارتفاع كمية البيكربونات داخل الكريات الحمر تنفذ

البكربونات الى البلازما . وخصوصية غشاء الكريات الحمر والتي تمرقل خروج شوارد المخرجين من الكريات الحمر يندفع الكلوريد من البلازما الى داخل الكريات الحمر مسببا زيادة في كيتها داخلها مع نقصان في كيتها في البلازما ولكن شوارد البكربونات تزداد في الكريات الحمر والبلازما معا وتطلق على هذه الظاهرة الخاصة بمركبة شوارد الكلوريد ظاهرة الزيجمان الكلوري Chloride Shift .

أن ٩٪ من ثاني اكسيد الكربون ينقل بشكل ذائب في البلازما بينما النسبة الباقية والتي تمثل ٩١٪ تنقل بوساطة اتحادها بالهيموغلوبين على شكل مركبات امينية كاربونية (كربوامينو هيموغلوبين) Carboamino - hemo globin والتي تسبب تحرير الاكسجين من الهيموغلوبين فضلا عن ذلك ونتيجة لتكون كيات من شوارد المخرجين داخل الكريات الحمر تزداد المحوضه داخلها مسببة تحرير كيات اضافية من الاكسجين وبهذه العملية تم ازالة الاكسجين من الهيموغلوبين لتزود الانسجة به .

تتمكس تلك العملية بكاملها عند رجوع الدم الى الرئتين حيث يعمل انظم الكربونية الانيدراز في الكريات الحمر على تحليل البكربونات الى ثاني اكسيد الكربون ولقاء ونتيجة لدخول البكربونات الى الكريات الحمر تزداد نسبة الشحن السلبية داخلها مما يسبب اخراج شوارد الكلوريد الى البلازما . وللتكريز العالي للاكسجين في هواء الانساخ يسبب ازالة ثاني اكسيد الكربون من الهيموغلوبين وبهذه العملية يتم التخلص من الكيات الزائدة من ثاني اكسيد الكربون والتي تطرح الى هواء الانساخ ومن هناك الى خارج الجسم .

حاصل التنفس للتفاعلات الكيميائية في الانسجة

Respiratory Quotient Of The Chemical Reactions In The Tissues

يمثل حاصل التنفس النسبة بين حجم ثاني اكسيد الكربون المتكون الى حجم الاكسجين المستهلك .

وهذه النسبة تتغير وفق التغير الذي يحدث في عمليات الاستقلاب فشلا اذا استخدم الشخص السكريات (Carbohydrate) فقط في عمليات الاستقلاب فان نسبة ثاني اكسيد الكربون المنتج الى الاكسجين المستهلك تساوي واحدا . ولكن اذا

استخدام الشخص الدهون (Fat) في عمليات الاستقلاب لانتاج الطاقة فإن قسا من ذرات الاكسجين المستخدمة في عمليات الاستقلاب تتحد مع ذرات المهدرجين لتولد جزيئات الماء اما كية ثاني اكسيد الكربون المنتجة فتقل عما عليه في استهلاك السكريات لانتاج الطاقة .

وعلى العموم ان تناول الشخص الغذاء الاعتيادي والذي يحتوى على نسبة معينة من السكريات والدهون والبروتين فان حاصل التنفس يبلغ حوالي ٢٥مر .

آلية تنظيم التنفس

Mechanism of Respiratory Regulation

وتشمل التنظيم العصبي والتنظيم الكيماوي :

Nervous Regulation of Respiration

اولا : التنظيم العصبي للتنفس

ينظم الجهاز معدل توية الانساخ وفقا لمتطلبات احتياجات الجسم مما يحافظ على معدل ثابت للضغط الجزئي لكل من الاكسجين وثاني اكسيد الكربون في الدم .

ان المراكز التنفسية (المركز الشهيتي والزفيري Inspiratory and expiratory Centers) والتي تتكون من مجاميع من الخلايا العصبية موجودة في المادة الشبكية للبلطة .

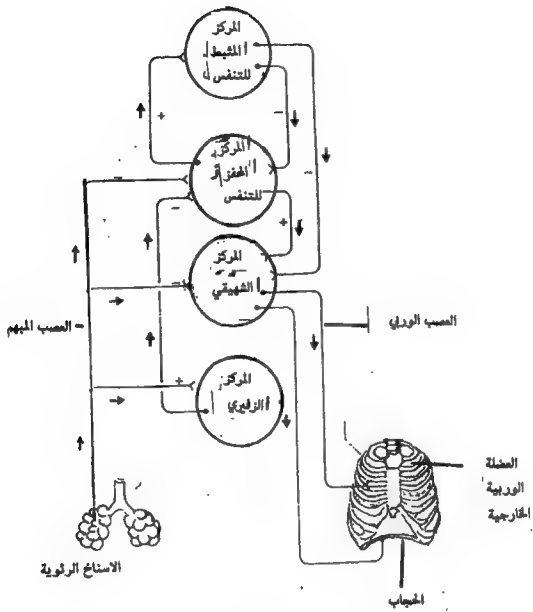
اما مركزا التنفس في الجسر فهما المركز المثبط للتنفس (مركز النيموتاكس Pneumotaxic center) والمركز المحفز للتنفس (مركز ابنوستك Apneustic center)

واللذان ينظمان عمل مركزي التنفس في البلطة .

توجد منطقة في البطن الرابع للدماغ تتحسس للتغير الحاصل في تركيز شوارد المهدرجين في السائل النخاعي (Cerebro - Spinal Fluid) .

ان مركزي التنفس في البصلة يشلان المركز الرئيس والمهم للتنفس وينقسمان الى المركز الشهيتي والمركز الزفيري . وهذان المركزان متصلان مع بعضهما من خلال مجموعة من الالياف العصبية والتي بدورها تعمل على انتاج الافعال المتعاكسة بينهما حيث اذا نبه مركز الشهيق فانه يرسل الدفعات المثبطة الى مركز الزفير عن طريق تلك الالياف لايقافه عن العمل ويحدث العكس عندما ينبه مركز الزفير ، وكما هو موضح في الشكل (٦٤) .

أن عملية دخول الهواء الى الرئتين وخروجه منها تعتمد على التكرار النظامي لتقلص عضلة الحجاب الحاجز والعضلات الوربية وعضلات التنفس الاخرى . وارتخائها عند



+ = تنبيه

- = تثبيط

الشكل (٦٤)
آلية تنظيم التنفس

تنبيه مركز الشهيق يرسل الدفعات العصبية والتي تنحدر باتجاه النخاع الشوكي ومن هناك تصل الى نوى الاعصاب الوربية Nuclei of the intercostal nerves

ونواة العصب الحجابي (Phrenic nerve) حيث تنتقل تلك الدفعات من خلال العصب الحجابي الى عضلة الحجاب الحاجز وإلى العضلات الوربية عن طريق الاعصاب الوربية ونتيجة لوصول تلك الدفعات الى عضلات التنفس تسبب تقلصها مما ينتج عنه عملية الشهيق ودخول الهواء الى الرئتين الذي يسبب تمددها وانفتاحها مما ينبه مستقبلات الضغط والتي معظمها موجود في الجدار الحشوي والتي بدورها تقوم بأرسال الدفعات العصبية الى مركز التنفس عن طريق العصب المبهم . ان هذه الدفعات تقوم بتثبيط عمل مركز الشهيق ونفس الوقت تنبه المركز الزفيرى مما يعزز من التأثير المثبط لتلك الدفعات على المركز الشهيقى وكذلك ان الدفعات الصادرة من المركز الزفيرى الى مركز النيوتناكس تسبب تثبيط عمل مركز أبنوستك في الجسر والذي بدوره يقوم بتعزيز عملية تثبيط عمل المركز الشهيقى وإيقافه . ونتيجة لإيقاف عمل المركز الشهيقى ترتخي عضلة الحجاب الحاجز والعضلات الوربية الخارجية وكذلك نتيجة لتنبيه المركز الزفيرى يسبب تقلص عضلات التنفس الزفيريه كالعضلات الوربية الداخلية .

تستمر عملية الزفير حوالي ثلاث ثوانٍ ومن ثم تصاب الخلايا العصبية في المركز الزفيرى بالتعب مما يسبب توقفها عن العمل ونفس الوقت تنشط الخلايا العصبية في المركز الشهيقى نتيجة لتوقف الدفعات المثبطة الواردة لها . وبدوره يبدء المركز الشهيقى بأرسال الدفعات العصبية الى عضلات الشهيق وكذلك يرسل دفعات مثبطة الى المركز الزفيرى لإيقافه عن العمل طيلة مدة الشهيق والتي تستمر لمدة ثانيتين . ونتيجة للتعب الذي تصاب به الخلايا العصبية المكونه للمركز الشهيقى تتوقف عن العمل لتبدأ عملية الزفير وهذه الصورة تستمر عملية الشهيق والزفير وعلى شكل متناسق ونظامي .

ان التنفير الخاص الذي يحدث في عملية التنفس ناتج عن الدفعات العصبية الواردة من مختلف اقسام الجهاز العصبي . وتؤدي انواع خاصة من فعاليات الجهاز العصبي العمل الرئيس في عملية تنظيم التنفس كالدفعات الصادرة من القشرة الدماغية مثلا تؤدي العمل الرئيس في عملية تنظيم التنفس اثناء التمارين الرياضية .

كما ان الدفعات العصبية الواردة من النخاع الشوكي تحافظ على فعالية المركز التنفسي فإذا قطع النخاع الشوكي عند منطقة اتصاله بالبصلة فإن فعالية الجهاز التنفسي تصاب بالوهن والضعف . وعلى العموم ان الدفعات الصادرة من مختلف المستقبلات الحسية

المحيطة للجسم لها الأثر الأساس في المحافظة على تنفس طبيعي . ففي بعض الحالات التي يتوقف فيها التنفس تسبب المنبهات الخارجية تنشيط .مركز التنفس وعودة التنفس لحالته الطبيعية كرش الماء البارد على الجلد مثلا .

منعكسات هيرنك - بريور Hering Breure Reflexes

عندما تبدأ عملية الشهيق وبسبب دخول الهواء الى الرئتين تجدد وتنتفخ الرئتان مما ينتج عن ذلك تنبيه مستقبلات المبط (Stretch Receptors) (وهي مستقبلات موجودة بصورة عامة في القصبات) ونتيجة لتنبيه هذه المستقبلات تولد الدفعات العصبية . وترسل هذه الدفعات الى مركزي التنفس في البصلة وينتج عن تلك الدفعات تحفيز المركز الزفيري وإيقاف عمل المركز الشهقي مسببا بدء عملية الزفير وإخراج الهواء من الرئتين مما يسبب التقليل من حجمها مؤديا الى انكاشها مما ينتج عنه تنبيه مستقبلات الانكاش أو الانضغاط (Compression Receptors) الموجودة في حواجز الانساخ حيث تقوم هذه المستقبلات بأرسال الدفعات التي تسبب إيقاف عملية الزفير اي ان تأثير تلك الدفعات معاكس لتأثير الدفعات الصادرة من مستقبلات المبط .

منعكسات الجيب السباتي والقوقس الاهري

reflexes of The Carotid Sinus and The Aortic Arch

توجد في جدران الجيب السباتي وكذلك في القوقس الاهري مستقبلات متخصصة وحاسة لأي تغير يطرأ على الضغط الدموي . ففي حالة ارتفاع ضغط الدم تحفز هذه المستقبلات لتلرل دفعات بوساطة الياف العصب اللساني البلمومي والياف العصب للمبهم الى المراكز التنفسية مسببة التقليل من التنفس وإبطائه ونتيجة لارتباط هذه المستقبلات بجهاز الدوران تسبب تلك الدفعات تقليل من ضغط الدم وذلك عن طريق التوسع الحاصل في الاوعية الدموية وكذلك تقلل من سرعة القلب والعكس صحيح في حالة انخفاض الضغط الدموي اذ تزداد سرعة التنفس فثلا اذا منع وصول الدم (بصورة مؤقتة) الى الجيبين السباتيين الايمن والايسر فإن ضغط الدم فيها سينخفض الى الصفر مسببا تسريع عملية التنفس .

منعكسات مستقبلات التهيج

Reflexes of irritation Receptors

ان هذه المستقبلات موجودة في الامرات التنفسية وتتحمس للغواد الداخلة في هواه الشهيق (كجزيات الغبار والغازات الضارة بالصحة) التي تسبب تهيجا في انسجة الرئة الرقيقة . ان الدفعات الصادرة من تلك المستقبلات تسبب تضيقا في القصبيات الهوائية مما يقلل من دخول الهواء الى الرئتين وبالتالي توفر الحماية للانسجة الرئوية من المواد الضارة في هواه الشهيق .

منعكسات المستقبلات الكيماوية

Reflexes of chemical Receptors

ان المستقبلات الكيماوية توجد بصورة عامة في الاجهر والجيبين السباتيين وتسمى الجسم الاجهرى Aortic body والجسمين السباتيين Carotid bodies . حيث تتحسس للنقصان في الضغط الجزئي للاكسجين والزيادة في الضغط الجزئي لثاني اكسيد الكربون او النقصان في الباهاء حيث تقوم بأرسال الدفعات لتسريع التنفس وزيادة ضغط الدم من خلال تضيق الاوعية وهذه بالتالي تزيد من النتاج القلبي .
ثانيا : التنظيم الكيماوي للتنفس Chemical Regulation of Respiration

ان المهدف الرئيس والاخير لعملية التنفس هو المحافظة على تركيز طبيعي لكل من الاكسجين وثاني اكسيد الكربون وشوارد المدرجين في سوائل الجسم .
ان التنظيم الكيماوي لعملية التنفس في الاحوال الاعتيادية يعتمد كليا على تركيز كل من ثاني اكسيد الكربون وشوارد المدرجين اما بالنسبة للاكسجين فليس له تأثير يذكر في عملية تنظيم التنفس في الاحوال الاعتيادية باستثناء بعض الحالات غير الطبيعية والتي يؤدي فيها الاكسجين العمل الرئيس في عملية تنظيم التنفس كحالات الالتهاب الرئوي (ذات الرئة) Pneumonia والنفاخ الرئوي Emphysema . يمثل ثاني اكسيد الكربون العنصر الاساسي في التنظيم الكيماوي لعملية التنفس وذلك بالتأثير المباشر على المركز التنفسي في البصلة او بصورة غير مباشرة عن طريق شوارد المدرجين المتكونه نتيجة لنوبانه بالباء وتكوين حمض الكربونيك الذي بدوره يتحلل الى شوارد البيكربونات وشوارد المدرجين اذ ان الزيادة الحاصلة في شوارد المدرجين ايضا تنبه المركز التنفسي وتزيد من معدل هوية الاسناخ .

- فن الملاحظ اذا تنفس الشخص هواء اعتياديا لا يحدث اي تغير غير طبعي في عملية التنفس ولكن اذا ازدادت نسبة ثاني اكسيد الكربون في الهواء بنسبة ٥% فعند ذلك تزداد سرعة التنفس وكذلك في نفس الوقت يزداد عمقه .

اما اذا ارتفعت نسبة ثاني اكسيد الكربون الى اكثر من ٦% ففي هذه الحالة تتباطأ الاعمال التنفسية والدورانية ويصاب الشخص بالدوار والصداع وبالتالي يفقد شعوره واحساسه ويصبح بحالة أغماء تام يؤدي الى الوفاة في خلال وقت قصير . اما بالنسبة للتغير الذي يحصل في تركيز الاكسجين في الدم الشرياني فلا يؤثر بصورة مباشرة على مركز التنفس ولكن تتحسن المستقبلات الكيميائية في الاجسام السباتية والاخر . عندما تقل نسبة اشباع الميغولوبين بالاكسجين في الدم الشرياني والتي يكون فيها الضغط الجزئي للاكسجين اقل من ٦٠ ميلي متر زئبق عند ذلك ترسل الدفصات العصبية من هذه المستقبلات الى المركز التنفسي لتنبيهه وبذلك يزداد معدل تهوية الانساخ حتى يتم تقويم نقصان الرئيسي وتصحيحه في تركيز الاكسجين فن الملاحظ ان الشخص الذي يعيش في المناطق العالية كالجبال والاجواء التي يقل فيها الضغط الجزئي للاكسجين عن المعدل الاعتيادي ففي البداية نتيجة لقلة الاكسجين في الهواء ينه المركز التنفسي ويزداد معدل تهوية الانساخ ونتيجة لتلك الزيادة تطرح كميات كبيرة من ثاني اكسيد الكربون من الجسم مما يسبب قله في ثاني اكسيد الكربون وشوارد الهيدروجين في الدم وهذا له تأثير سلبي على المركز التنفسي ويعاكس التأثير الناتج عن قلة الاكسجين في الهواء مما يسبب الاقلال من فعالية المركز التنفسي ولكن بعد فترة (حوالي اسبوع) يتكيف الشخص للنقصان الحاصل في تركيز ثاني اكسيد الكربون وشوارد الهيدروجين في الدم مما يلغي دورها في التقليل من فعالية المركز التنفسي ونشاطه وينتج عن ذلك زيادة في معدل تهوية الانساخ قد يصل الى خمسة اضعاف ما هو عليه في الاحوال الاعتيادية .

نقص التأكسج Hypoxia

يشل الظرف الذي تقل فيه كمية الاكسجين الواصلة الى مختلف انسجة الجسم او عجز الانسجة من الاستفادة من الاكسجين المتوفر .
ان انسجة الجسم تحتاج وبصورة مستمرة الى كميات وافرة من الاكسجين لتتمكنها من اداء فعاليتها الحيوية فأذا حدث اي عائق يحول دون وصول الاكسجين الكافي لهذه الاسحة ولاي سبب كان فانها سوف تعاني عرقلة او توقفا في فعاليتها الحيوية .

- أسباب حالة نقص التأكسج تشمل :-
- ١ . قلة الأكسجين في هواء التنفس كالذي يحدث لشخص يتنفس خليطاً غازياً لا يحتوي على كمية كافية من الأكسجين أو في حالة انخفاض الضغط الجزئي للأكسجين كما في حالة أجواء المرتفعات العليا .
 - ٢ . انسداد الأورارات التوصيلية أو التنفسية مما يعيق دخول الأكسجين إلى الأنسجة والانسداد تسببه عدة عوامل مثل عجز عضلات التنفس وحالة نفاخ الرئة وحالة الوذمة الرئوية والتي تسبب امتلاء الأنسجة بالسائل مما يقلل من كمية الأكسجين الواصلة إلى الغشاء التنفسي بالرغم من أن نسبته في هواء الشهيق طبيعية .
 - ٣ . القصور في عملية تبادل الغازات من خلال الغشاء التنفسي . في هذه الحالة إن كمية الأكسجين الواصلة إلى الأنسجة طبيعية حيث لا يوجد انسداد في منفذ الهواء ونسبته في هواء التنفس طبيعية ولكن سبب تلك الحالة يعود إلى الغشاء التنفسي غير الطبيعي مما يقلل من تبادل الغازات خلاله كالذي يحدث في حالة التليف الرئوي .
 - ٤ . قلة الميغولوبين :- إن وجود كمية طبيعية من الميغولوبين في الدم ضروري لنقل الكريات المطلوبة من الأكسجين إلى أنسجة الجسم فإذا حدث نقصان في كمية الميغولوبين كما في حالة فقر الدم نتج عن ذلك نقصان في كميات الأكسجين المنقولة إلى الأنسجة بالرغم من أن نسبة الأكسجين في هواء الأنسجة طبيعية وعملية تبادل الغازات خلال الغشاء التنفسي أيضاً طبيعية . وتوجد أيضاً أسباب أخرى تقلل ميل الميغولوبين للاتحاد بالأكسجين أو تبطله كالتسمم بأول أكسيد الكربون حيث إن غاز أول أكسيد الكربون شديد الالفة للميغولوبين والذي يعمل الميغولوبين على غير اعتماد حمل الأكسجين ونقله إلى الأنسجة المختلفة وعندئذ تعاني هذه الأنسجة من نقص التأكسج .
 - ٥ . قصور الجهاز القلبي الوعائي :- كما في حالة قصور القلب (Heart Failure) أو تضيق الأوعية الدموية الحاد مما ينتج عنه الإقلال من كمية الأكسجين الواصلة إلى الأنسجة .
 - ٦ . قصور الأنسجة في استخلاص الأكسجين من الدم تحدث هذه الحالة نتيجة لتسمم الخلايا كالذي يحدث في حالة التسمم بمركبات السيانيد مما يحول دون تمكين

الخلايا من اخذ الاكسجين اللازم لها من الدم . وكذلك تحدث هذه الحالة المرضية في وجود الودمة حيث يمتلئ الحيز الخلالي بكميات كبيرة من السوائل وينتج عن ذلك زيادة في المسافة التي ينفذ خلالها الاكسجين من الدم الى الخلايا وهذا مما يقلل من تزويد الخلايا بالكمية المطلوبة من الاكسجين .
ان حالة نقص التأكسج للمعتدلة توهم النشاط العقلي مسببا وكذلك تقلل من سعة العمل العضلي . اما حالة نقص التأكسج الحاد فتسبب تلف الخلايا وموتها .

الزراق Cyanosis :

هي حالة تغير لون الجلد والاغشية المخاطية نحو الزرقة المداكنة وتنتج بسبب اللون الداكن للدم في الاوعية الدموية الشعرية السطحية للجلد بسبب وجود كميات من الميوجلوبيين المختزل أكثر من المستوى الطبيعي . في الحالات الطبيعية يكون الميوجلوبيين في الدم الشرياني مشبعا تقريبا بالاكسجين وعند مروره بالشعيرات تستخلص الانسجة منه ربع كمية الاكسجين التي يحملها (أي أن كمية الميوجلوبيين المختزل تبلغ حوالي ٥ غم) تم إعادة تأكسد هذه الكمية من الميوجلوبيين بالاكسجين عند رجوع الدم الى الرئتين ولكن في بعض الحالات المرضية (نقص التأكسج ، والاختناق والركود أو البطء في سرعة الدورة الدموية ... الخ) التي تعمق إعادة تأكسد تلك الكمية من الميوجلوبيين لذلك تكون كمية الميوجلوبيين المختزل في الدم ٥ غم / ١٠٠ ميلي لتر أو أكثر (حسب شدة الحالة المرضية) ؛ وبذلك تتولد حالة الزراق .

فرط الكربمية Hypercapnia

تتمصف هذه الحالة بزيادة كبيرة في كمية ثاني اكسيد الكربون في سوائل الجسم والتي تنتج بصورة خاصة من زيادته في الخلايا .
وحالة فرط الكربمية تصاحب عادة حالة نقص التأكسج الناتجة بسبب الخلل في الجهاز القلبي الوعائي والذي ينتج عنه ركود الدورة الدموية أو بطء في سرعتها مما يقلل من سرعة إزالة ثاني اكسيد الكربون من الجسم .

ان الزيادة في ثاني اكسيد الكربون في سوائل الجسم تنبه التنفس لطرح الكميات الزائدة منه خارج الجسم . وعندما يرتفع الضغط الجزئي لثاني اكسيد الكربون في هواء الانساخ الى حوالي ٧٠ ميلي متر زئبق تحدث حالة ضيق تنفس (Dyspnea) (ج) لاتطاق ولكن لو وصل ضغطه الجزئي الى ٨٠ ميلي متر زئبق عند ذلك يصاب الشخص بالدوار والصداع وربما يصبح في حالة سبات . اما اذا ارتفعت النسبة الى مابين ١٠٠ - ١٥٠ ميلي متر زئبق سببت حالة سبات تام وادق الى الوفاة .

المداوة بالاكسجين Oxygen Therapy

يتضح مما سبق ذكره بأن الجسم يحتاج الى كميات وافية وبجهاز مستمر من الاكسجين وان أي نقصان في كميات الاكسجين الواصلة الى الخلايا تسبب اضطرابا في انتاج الطاقة . وهذا النقصان في كميات الاكسجين الوارده الى الانسجة تسببه عدة عوامل مختلفة ولكن الظروف التي غالبا تتطلب للمداوة بالاكسجين هي في الحالات الحادة لنقص الاكسجين كما في حالة التسمم بأول اكسيد الكربون وامراض الرئة واستعمال التخدير العام لمدة طويلة واستعمال بعض العقاقير والتي تثبط مركز التنفس مما ينتج عنه نقصان في توتر الاكسجين في بلازما الدم مؤديا الى الاقلال من تكوين الاكسي هيموغلوبين .

ان الغاية من المداوة بالاكسجين هي اعادة ضغطه الجزئي الى مستواه الطبيعي في الرئتين والذي بالتالي يؤدي الى تحميل الدم بالكمية المطلوبة من الاكسجين وفي هذا الظرف يجب ان يتنفس المصاب هواء تزداد فيه نسبة الاكسجين اي عدم تنفس اكسجين وحده لأن ذلك سوف يؤدي بعد فترة الى توقف عملية التنفس ويعود السبب لفقدان (أو) قلة ثاني اكسيد الكربون الذي هو اقوى عامل محفز للمراكز التنفسية ويستعمل في مثل

هذه الحالات خيمة الاكسجين او قناع الاكسجين او القسطرة الانفية . وكذلك يجب ملاحظة عدم اعطاء كميات كبيرة من الاكسجين والتي قد تسبب حالة الانسام الاكسجيني (Oxygen Intoxication) التي تغير معدلات استقلاب الخلايا . وجدير بالذكر ان خلايا الدماغ اكثر تأثرا بالانسام الاكسجيني . كما ان حدوث حالة الانسام الاكسجيني لفترة طويلة تسبب اختلاج خلايا الدماغ او تلفها .

الفصل السابع

الجهاز البولي والسائل الجسمي

الجهاز البولي :

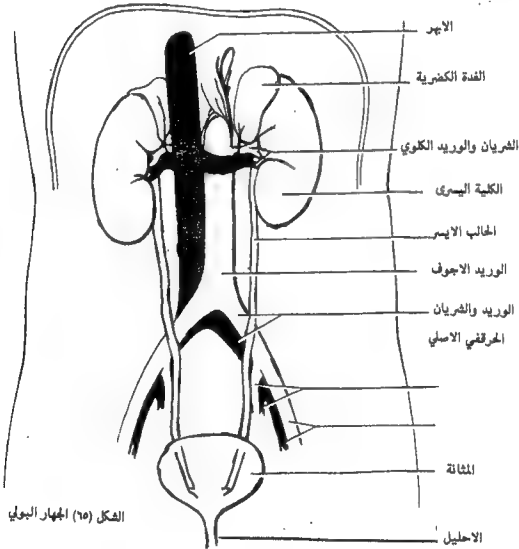
- المقدمة .
- الكليتان .
- التشريح الفيزيولوجي للكلىة .
- التجهيز الدموي والعصبي للكلىة .
- وظيفة الكليون .
- الحالبان .
- المثانة .
- الاحليل .
- المبيلات .

السائل الجسمي :

- المقدمة .
- تنظيم حجم السائل الجسمي .
- مكونات السائل الجسمي .
- حركة السائل الجسمي عبر الشعيرات .
- الوذمة .

الجهاز البولي Urinary System المقدمة :

إن وظائف الجهاز البولي الرئيسية تشمل طرح مخلفات استقلاب البروتين (وبصورة رئيسة اليوريا) وتنظيم كمية الماء في الجسم وكذلك المحافظة على التركيز الطبيعي للشوارد في الدم (الصوديوم ، والبوتاسيوم ، والكلسيوم ، والفسفات ، والكلوريد) ، وتنجز هذه الوظائف من خلال تكوين البول وإفراغه .
كذلك يساهم الجهاز البولي في تنظيم باهاء الدم .
يتكون الجهاز البولي من الكليتين ، والحالبين ، والمثانة والاحليل كما في الشكل (٦٥) .



الشكل (٦٥) الجهاز البولي

الكليتان Kidneys

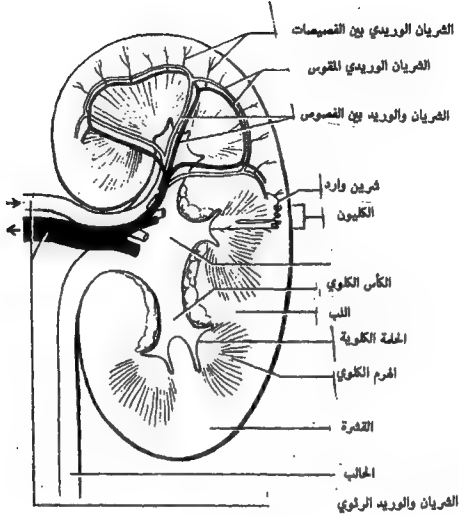
يتضح مما سبق ذكره ان الوظيفة الاساسية للكليتين هو تنظيم حجم ومكونات السائل خارج الخلايا على الرغم من التغيرات الكبيرة في محيط الانسان وكمية الماء والغذاء المتناول ويتم ذلك من خلال عدة عمليات تنتهي بتكوين البول . (Urine) يتلخص تكوين البول في ثلاث عمليات وهي الترشيح واعادة الامتصاص والافراغ . يتم ترشيح جزء من مكونات الدم في تراكيب خاصة تدعى الكبيبات glomeruli حيث يكون الراشح خاليا من كريات الدم والمواد ذات الاوزان الجزيئية العالية . تطراً تغيرات على الراشح عند مروره في سلسلة من القنوات حيث يتم اعادة امتصاص reabsorption بعض المواد من الراشح مرة ثانية الى الدم لينخفض حجم السائل الراشح حوالي ٩٩٪ يتم افراز بعض المواد والاملاح الضارة على شكل البول الى حوض الكلية ثم الى الخارج عن طريق الحالبين والمثانة والاحليل . كذلك تعمل الكلية كفعدة صاء حيث تفرز هرمون الرينين الذي يساهم في تنظيم ضغط الدم وكذلك هرمون مكون الحمر (ايريثروبويتين) الذي يحفز نقي العظم لتكوين الخلايا الحمر .

التشريح الفزيولوجي للكلى :-

تقع الكليتان في الجزء الظهرى من التجويف البطني وعلى جانبي الاخر ، خارج الصفاق peritoneum . أن شكل الكلية شبيه ببذرة حبة الفاصوليا ، حيث ان الجزء الوسطي مقعر ويسمى تقعر Hilus والذي يمثل منطقة دخول الاوعية الدموية والاعصاب وخروج الحالب الذي بدوره يتسع داخل الكلية حيث يسمى الحوض الكلوي (renal pelvis) .

تتكون الكلية بصورة رئيسة من اللب والقشرة وكما هو موضح في الشكل (٦٦) :-

اللب Medulla :- يمثل الجزء الداخلي للكلى ومحيط بمحوضها يكون مقسماً الى عدة اقسام (٨ - ١٨) وكل قسم يظهر على هرم مقلوب . قته متجه نحو حوض الكلية وقاعدته مغطاة بالقشرة . عند اخذ مقطع للهرم يظهر مخططاً وذلك لوجود قنوات الجمع



الشكل (٦٦) الكلية

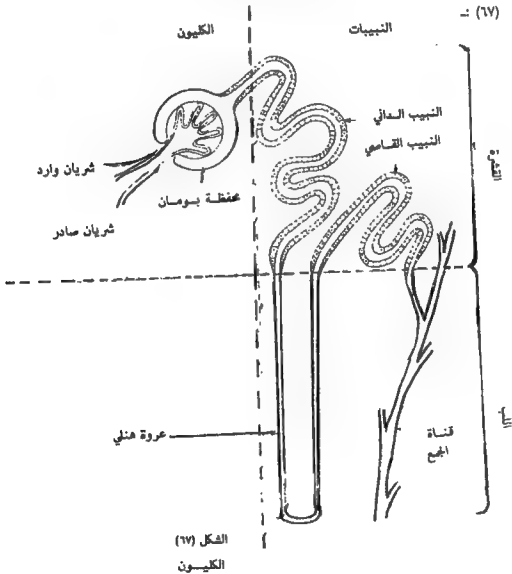
collecting ducts المنتظمة بشكل شعاعي والتي تتجمع في مصباتها في قاع الهرم، والذي بدوره يصب في إحدى كؤوس حوض الكلية. يحتوي اللب فضلا عن قنوات الجمع على عرى هنلي loops of Henli .

القشرة Cortex :- وتشمل الجزء الخسارجي للكلى وتقع بين اللب ومحفظة (كبسولة) الكلية والتي هي طبقة رقيقة من الانسجة الضامة التي تحيط بالكلى. يكون مظهر القشرة حبيبيا وذلك لاحتوائه على العديد من الكبيبات الكلوية

renal glomeruli . وتحتوى القشرة كذلك على النبيبات المتلوية الدائرية
 proximal convoluted tubules . والنبيبات المتلوية القاصية
 ويحتوى على بعض عرى هنلي .
 يوجد في الكلية حوالي مليون وحدة كلوية تدعى كليون nephrons تعمل
 على تنظيم مكونات الدم وتكوين البول .

الكليون The nephron

وهو تركيب انبوبي طويل يمتد من القشرة الى اللب وكما هو موضح في الشكل



يبدأ على شكل كوب ذي جدارين يدعى محفظة بومان او المحفظة الكبيبية
Bomans or glomerular capsule يحيط كوب الكليون شبكة من الشعيرات الدموية
وتسمى الكبيبية .

يدخل السائل المرشح من الدم المار في شعيرات الكبيبية الى المحفظة ثم الى النبيب
للمتوى السداني proximal convoluted tubule ثم الى انبوب مستقيم يتجه نحو
اللب ثم ينحرف مرة ثانية ليتجه نحو القشرة ويسمى عروة (حلقة) هنلي loop of
Henli الذي ينتهي في النبيب للمتوى القاصي Distal convoluted
tubule . الذي يصبح مجاورا وقريبا جدا من محفظة بومان مكونا تركيبا يدعى
جهاز الكبيبية Juxtaglomerular apparatus التي تساهم في تنظيم جريان الدم الكلوي . ثم
تصب عدة نيبات قاصية في قناة الجمع التي تصب بدورها في حوض
الكلية .

التجهيز الدموي والعصبي للكلية :

تتماز الكليتان بزيارة تجهيزها بالدم موازنة بباقي اعضاء الجسم . اذ يحمل الشريان
الكلوي (الاين والايبر) حوالي 25% من النتاج القلبي اي يمر الى الكليتين من الدم
ما يعادل حوالي 1200 سم³ لكل دقيقة .

بعد دخول الشريان الكلوي تغمر الكلية ينقسم الى عدة فروع وهي الشرايين بين
الفصوص interlobar arteries والتي تمر بين الاهرام متجهه نحو القشرة .
تنحرف هذه الشرايين عند قاعدة الاهرام لتسير على شكل اقواس وتسمى الشرايين المقوسة
arcuate arteries وكل شريان ينقسم ليمطي العديد من الشرايين بين
الفصوصات interlobular arteries والتي تدخل الى القشرة لتتنقسم الى عدة
شريينات وارده afferent arterioles ان كل شرين وارد يتوزع الى محفظة
اذ ينقسم داخلها مكونا شبكة شعيرية دموية تدعى الكبيبية الكلوية ثم تتحد الشعيرات
الدموية للكبيبية الواحدة مرة ثانية مكونة الشرين الصادر efferent
arteriole ويكون اصغر من الشرين الوارد مما يؤدي الى رفع ضغط الدم داخل الكبيبية
وهذا بدوره يساعد في عملية الترشيح ثم تنقسم الشريينات الصادرة الى شبكة من
الشعيرات الدموية تحيط بنيبات الكليون وتدعى الشعيرات حول النيبات
peritubular capillaries وكذلك تعطي الشريينات الصادرة اوعية شعيرية تسمى الاوعية

المستقيمة *vasa recta* والتي تنزل بجوار عروة هنلي لتحيط بالقسم السفلي منها . تتحد الشعيرات حول النبيبات لتكون الوريدات بين الفصيصات ثم ينزح الدم خلال الاوردة المقوسة *arcuate veins* الى الاوردة بين الفصوص *interlobar veins* تسير بين الاهرام ثم تتجمع لتفادر الكلية خلال الوريد الكلوي *renal vein* من تفرع الكلية . علما ان الاوردة المستقيمة تصب في الاوردة بين الفصوص ثم الى الوريد الكلوي .

أن التجهيز العصبي الى الكليتين يشتق من الضفيرة الكلوية للجهاز المستقل حيث تدخل الى الكليتين بعض الاعصاب من هذه الضفيرة مع الشرايين الكلوية وتنتشر مع الاوعية الدموية داخل الكلية . وبما ان الاعصاب محركة وعائية *vasomotor* لذا تنظم الدوران في الكلية بواسطة تنظيم اقطار الشريانات .

الجهاز مجاور الكبيبية : The Juxtaglomerular apparatus :

عندما يقترب الشريان الوارد من عقطة بومان تتحور بعض خلايا العضلات الملساء لتصبح مكعبه او مستطيلة ذات نواة دائرية بدلا من ان تكون طويلة . يحتوي الميولي على حبيبات بدلا من اللييفات العضلية وهذه الخلايا تدعى الخلايا مجاورة الكبيبية *Juxtaglomerular cells* . كذلك بعض خلايا النبيبات المتلوية القاصية والمجاورة للشريان الوارد تصبح ضيقة وتسمى خلايا البقعة المركزية *macula densa* وكلهما يكوئنان تركيبا خاصا يدعى الجهاز مجاور الكبيبية والذي يساعد في تنظيم ضغط الدم الكلوي وكذلك يعمل على تنظيم ضغط الدم العام بواسطة افراز هرمون الرينين *Renin* . اذ عندما ينخفض ضغط الدم يفرز جهاز مجاور الكبيبية هرمون الرينين الذي يعمل على تحويل مادة مولد الانجيوتنسين *angiotensinogen* الموجودة في الدم الى مادة الانجيوتنسين الاول *angiotensin I* وهذا بدوره يتحول بواسطة انظم موجود في بطانة الاوعية الدموية وخاصة الموجودة في الرئة الى الانجيوتنسين الثاني *angiotensin II* الذي يعمل على استرداد ضغط الى المستوى الطبيعي عن طريق :-

أ . تقلص الاوعية الدموية .

ب . يحفز قشرة الغدة الكظرية لتزيد من انتاج هرمون السودستيرون
aldosterone الذي بدوره يزيد من امتصاص الصوديوم الذي يتبعه
امتصاص الماء عن النبيبات القاصية فيزداد حجم الدم وكذلك تركيز الصوديوم
بالماء .

وظيفة الكليون Glomerular Function

ان الجزء الاعظم من وظيفة الجهاز البولي يقوم به الكليون اما الاجزاء
الاخرى من الجهاز البولي فتستعمل بوصفها مرآت (كالحالب والاحليل) او منطقة
تخزن البول (كالثانة)، يقوم الكليون بثلاث وظائف رئيسة :-

١ . التحكم في تنظيم تركيز الدم وحجمه عن طريق ازالة جزء معين من الماء
والذوائب Solutes .

٢ . تنظيم باهاء الدم .

٣ . ازالة الفضلات السامة من الدم .

ان هذه الوظائف يتم الحصول عليها بواسطة ترشيح كليات كبيرة من البلازما
والجزئيات الصغيرة خلال الكببية ثم يمد امتصاص كليات مختلفة من كل مادة
(حسب حاجة الجسم لها) أما بصورة منفعة (passive) بواسطة الضغط
التنافذي (الازموزي) والانتشار او بصورة فعالة (active) بواسطة خلايا
الانابيب

ثم يتم طرح (افراغ) الجزء المتبقي من الراشح على شكل بول . ان عملية تكون
البول تتم من خلال ثلاث مراحل رئيسة وهي :-

١ . الترشيح الكببي glomerular filtration

كما سبق ذكره فإن عملية الترشيح هي دفع السائل والمواد المذابة به خلال
الفشاء بواسطة الضغط . وتحدث هذه العملية في محفظة الكلية عبر الفشاء
البطاني المحفطي endothelial-capsular membrane فعند دخول الدم الى الكببية
فإن ضغط الدم يدفع الماء والمواد ذات الحجم الصغير (التي وزنها الجزيئي دون
٦٧٠٠٠) خلال مسام بطانة الشعيرات الدموية . ان الراشح يشمل كل مكونات الدم

عدا كريات الدم وبعض البروتينات كبيرة الحجم ومن محتويات الراشح الماء والغلوكونز والمحضينات والفيتامينات والبروتينات الصغيرة والفضلات النتروجينية وشوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم والكلسيوم والكلوريد .. الخ . بما ان الشرين الصادر يكون اصغر من الشرين الوارد فهذا يؤدي الى زيادة الضغط الدموي داخل الشعيرات الكبيبية ويسمى ضغط الدم الكبيبي الماء السكوني
glomerular blood hydrostatic pressure .

مما يجعل معدل ضغط الدم في الشعيرات الكبيبية ٦٠ ميلي متر زئبق (بينما يكون ضغط الدم الاعتيادي في الشعيرات الاخرى من الجسم ٣٠ ميلي متر زئبق) وهذا يسلط قوة على السائل في الكبيبة ليترشح الى محفظة بومان. اما الضغط الذي يعمل على اعاقه الترشيح فهو :-

أ . ضغط الدم التناضحي osmotic pressure وقوته ٢٠ ميلي متر زئبق .

ب . ضغط المحفظة المائي السكوني

Capsular hydrostatic pressure وقوته ٢٠ ميلي زئبق لذا فان الضغط الترشيحي الفعال effective filtration pressure = ٦٠ - (٢٠ + ٢٠) = ١٠ ميلي متر زئبق أي ان هذا الضغط يعمل على ترشيح كمية من البلازما من الكبيبة الى المحفظة ومقدار هذا الراشح يبلغ حوالي ١٢٥ ميلي لتر لكل دقيقة .

ان رشح الكبيبة يتناسب طرديا مع ضغط الترشيح الفعال وهذا بدوره يتغير مع تغير ضغط الدم العام . فعند حدوث نزف دموي شديد ينخفض ضغط الدم فيؤدي الى نقصان ضغط الدم الكبيبي المائي السكوني والذي حين يصل الى ٥٠ ملم زئبق تتوقف عملية الترشيح لانه يساوي الضغط المضاد للترشيح وهذا يؤدي الى حدوث حالة مرضية وتسمى المبسوط الكلوي أو الزرام renal suppression or anuria حيث تعجز الكلية عن افراغ البول .

٢ . اعادة الامتصاص النببي Tubular reabsorption

ان كمية الراشح الذي يجري من الاوعية الدموية لمجموع الكبيبات الكلوية الى تجاويف محفظات بومان في الدقيقة الواحدة يدعى معدل الراشح الكبيبي glomerular filtration rate والذي يبلغ معدله عند البالغين حوالي ١٢٥ سم^٣ / دقيقة

أي حوالي ١٨٠ لتر / يوم . عند مرور هذا الراشح في النبيبات الكلوية يتم إعادة امتصاصه بواسطة الاوعية الدموية المحيطة بالنبيبات اي ان معظم الراشح يصاد امتصاصه والذي يبلغ حوالي ١٢٤ سم^٣ لكل دقيقة والباقي يبلغ حوالي ١ - ٥ و ١ سم^٣ / دقيقة فقط اي حوالي ١ - ٢ لتر / يوم يطرح خارج الجسم على شكل بول . ان عملية إعادة الامتصاص تحمل الجسم يحتفظ بالمواد الغذائية والمفيدة والتخلص من المواد الضارة . ومن المواد التي يعاد امتصاصها الماء والفلوكونز والمحضينات وشوارد كل من الصوديوم والبوتاسيوم والكلسيوم والكلوريد والبيكربونات والفسفات بينما فضلات الاستقلاب كالتيوريا تكون إعادة امتصاصها جزئية .

ان عملية إعادة الامتصاص على نوعين رئيسين :-

أ . إعادة الامتصاص الفعال *active reabsorption* كامتصاص الصوديوم والفلوكونز .

ب . إعادة الامتصاص للمفعل *Passive reabsorption*

كامتصاص الماء وبعض الشوارد التي تتبع امتصاص الصوديوم ان أكثر من ٩٩٪ من الماء يعاد امتصاصه الى الجسم ، علما ان ٨٥٪ منه يتم امتصاصه في النبيبات الملتوية الدائرية وعروة هيلي وماتبقى يتم امتصاصه تحت تأثير الهرمون المضاد للإبالة (فازوبريسين *Antidiuretic hormone (ADH) (vasopressin)* الذي يعمل على زيادة نفوذية النبيبات الملتوية القاصية وقنوات الجمع حيث يتم إعادة امتصاص الماء منها الى الاوعية الدموية . ان إعادة الامتصاص الفعال للصوديوم يولد فرق كامن كهربائي اي زيادة في الشحنات السلبية داخل تجويف النبيبات والتي تعمل على طرد الشوارد السلبية ومنها الكلوريد (Cl⁻) والفسفات (PO₄⁻) والكربونات (HCO₃⁻) لذا يتم انتشار هذه الشوارد خارج تجويف النبيبات الى السائل الخلالي *interstitial fluid* .

٣ . الإفراز النبجي *Tubular secretion*

وهذه العملية تم إضافة بعض المواد من الدم الى الراشح كالبتواسيوم والمدرجين والامونيا والكرياتينين وبعض الادوية كالبنسلين . وفائدة هذه العملية هو التخلص من المواد الضارة أو الزائدة عن حاجة الجسم . وكذلك تساعد في تنظيم الباهاء. ان افراز المدرجين والامونيا يعمل الادرار حامضيا اي يبلغ الباهاء حوالي ٦ .

الحالبان The Ureters

يوجد في جسم الانسان حالبان ،اي حالب لكل كلية . والحالب هو امتداد لحوض الكلية ليصل الى المثانة ويبلغ طوله حوالي ٢٥ - ٣٠ سم . يقع الحالبان خلف الصفاق retroperitoneal ويدخل الحالبان الى المثانة من الجهة العليا الجانبية لقاعدتها . عند مدخل الحالب الى المثانة لا يوجد صمام ولكن طريقة دخول الحالب الى المثانة تعمل كصمام وظيفي Functional valve حيث يمر الحالب تحت المثانة لعدة سنترات ثم يدخل جدار المثانة بصورة مائلة . فعندما يزداد الضغط داخل المثانة نتيجة لامتلائها بالبول تنضغط فتحة الحالب فينح جريان البول بصورة عكسية الى داخل الحالب .

يتكون الحالب من ثلاث طبقات وهي اولا الطبقة الداخلية (الغشاء المخاطي) والتي تفرز المادة المخاطية التي تحمي الخلايا من حامضية البول . ثانيا : الطبقة الوسطى (الطبقة العضلية) وتتكون من العضلات الملساء الطولية الداخلية والدائرية الخارجية . وهذه الطبقة تكون مسؤولة عن الحركة التمعجية . ثالثا : الطبقة الخارجية (الطبقة الليفية)، ان الوظيفة الرئيسة للحالب هي البول من حوض الكلية الى المثانة بوساطة الحركة التمعجية الناتجة عن تقلص الطبقة العضلية علما ان الجاذبية والضغط المائي السكوني يساعدان كذلك في حركة البول .

المثانة The Bladder

المثانة تركيب عضلي مجوف يقع في منطقة الحوض من الجسم وفي حالة امتلاء المثانة ترتفع الى التجويف البطني . يوجد في قاعدة المثانة مساحة مثلثة الشكل حيث يصب الحالبان في تقاطع القاعدة . وتكون فتحة الاحليل في رأس المثانة . تتكون المثانة من اربع طبقات وتسلسلها من الداخل الى الخارج كما يأتي :-
أ . الطبقة المخاطية .
ب . الطبقة تحت المخاطية .
ج . الطبقة العضلية .
د . الطبقة الصلبة (Serous Layer) .

يتصل رأس المثث بفتحة الاحليل حيث تحيط بالفتحة عضلات دائرية تسمى المصرة السدائية internal sphincter وتحتها توجد المصرة الخارجية external sphincter التي تتكون من عضلة هيكلية . يتم طرح البول من المثانة بواسطة عملية التبول micturition وتم هذه بواسطة منبه حي عصبي ارادي وغير ارادي . ان معدل سعة المثانة يبلغ ٧٠٠ - ٨٠٠ ميلي لتر . وعندما يصل حجم البول ٢٠٠ - ٤٠٠ ميلي لتر يتولد الشعور بالتبول بواسطة مستقبلات الممتد stretch receptors الموجودة في جدار المثانة والتي ترسل الدفعات الى الجزء السفلي من النخاع الشوكي والتي بدورها تولد الرغبة في افراغ البول اذ ان عملية افراغ البول تتم نتيجة الدفعات اللاودية التي ترسل من المنطقة المعجزية لتؤدي الى تقلص عضلات المثانة وارتخاء المصرة السدائية ثم يرسل الدماغ (الجزء الارادي) دفعات الى المصرة الخارجية لتؤدي الى ارتخائها فتتم عملية التبول . لذا فان بعض آفات العمود الفقري قد تؤدي الى فقدان السيطرة على التبول .

الاحليل The Urethra

الاحليل هو انبوب صغير يصل المثانة بخارج الجسم يتراوح طوله في الاناث حوالي ٤ سم وفي الذكور حوالي ٢٠ سم ويمثل الاحليل الجزء الاخير من الجهاز البولي . ان الوظيفة التركيبية للاحليل تتمثل في كونه ممرا لافراغ البول من المثانة وكذلك يعمل الاحليل في الذكر كقناة يمر من خلالها السائل المنوي ويفرغ خارج الجسم .

المبيلات Diuretics

المبيلات هي مواد تزيد من سرعة افراغ البول . ان معظم المبيلات تعمل بواسطة تقليل سرعة اعادة امتصاص السوائل من التبيبات . ان الغاية الاساسية لاستعمال المبيلات هي تقليل حجم السوائل في الجسم . ان الاستعمالات العلاجية الرئيسة للمبيلات هي لعلاج ارتفاع ضغط الدم والوذمة علما ان معظم المبيلات تسبب زيادة فقدان الصوديوم مع زيادة الالباله .

انواع المبيلات :-

١ . المبيلات التنساضحية Osmotic diuretics وتشمل السواد التي يصعب اعادة امتصاصها من التبيبات كالأيوريا والسكروز والليثينول . تعمل هذه

المبيلات على زيادة الضغط التناضحي داخل النبيبات مما يقلل إعادة امتصاص الماء ولذلك يزداد حجم البول وهذه تسمى الإباله التناضحية Osmotic diuresis . ويحدث كذلك نفس التأثير عند زيادة نسبة الفلوكوز بالدم كما هو الحال في مرض السكري Diabetes mellitus ، وكما هو معروف ان السكر المترشح من الدم الى الكبيبة يتم إعادة امتصاصه بصورة كاملة الى الدم مرة ثانية في الحالات الطبيعية ولكن عندما يزيد مستوى الفلوكوز بالدم عن مستوى العتبة الكلوية renal threshold (١٨٠ ملغم / ١٠٠ ميلي لتر من الدم) فان خلايا النبيبات لن تستطيع إعادة امتصاص جميع الفلوكوز المترشح والكمية المتبقية سوف تؤدي الى زيادة الضغط التناضحي في الراشح مما يسبب زيادة حجم البول polyuria فضلا عن ظهور الفلوكوز بالبول والذي يسمى بليه سكرية glycosuria .

٢ . المبيلات التي تقلل إعادة الامتصاص الفاعل :-

Diuretics that diminish active reabsorption

تعمل هذه المبيلات على تثبيط اعادة الامتصاص الفاعل مما يؤدي الى زيادة الضغط التناضحي داخل النبيبات والذي بدوره يؤدي الى الإباله التناضحية وهذه الطريقة تعمل معظم الادوية المبيلة، ومن هذه الامثلة :-

أ . الادوية التي تؤثر على عروة هنلي ومنها دواء الفروسيمايد furosemide والتي تثبط إعادة امتصاص شوارد الصوديوم والكلوريد والتي بدورها تسبب زيادة الضغط التناضحي ثم الإباله التناضحية .

ب . الادوية التي تعمل بصورة رئيسة على النبيبات الملتوية القاصية ومنها الثيازيد Thiazide والتي تثبط إعادة امتصاص الصوديوم والكلوريد من هذه النبيبات .

السائل الجسمي Body Fluid المقدمة :

يتكون السائل الجسمي من الماء والمواد المنذبة به والذي يكون حوالي ٤٥ - ٧٥ ٪ من وزن الجسم .

حيزات السائل الجسمي Fluid Compartments

ان ثلثي السائل الجسمي موجود في الخلايا ويدعى السائل داخل الخلايا والثلث الاخر يدعى السائل خارج الخلايا والذي يشمل السائل الخلالي والبلازما واللف والسائل النخاعي الشوكي وسوائل جهاز الهضم وسائل العين والاذن وسائل الصفاق وسائل التامور والسائل الجنبي .

تنظيم حجم السائل الجسمي Regulation of body fluid volume

ان للكون الاساسي للسائل الجسمي هو الماء الذي يكون مصدره سوائل الشرب (١٦٠٠ سم^٣) والغذاء (٧٠٠ سم^٣) ، والماء الناتج عن الاستقلاب (٢٠٠ سم^٣) . اي ان كمية الماء التي يتزود بها الجسم من تلك المصادر تبلغ حوالي ٢٥٠٠ سم^٣ / يوم .

- اما الطرق التي بواسطتها يتخلص الجسم من الماء فهي :-
- أ . الكليتان حيث يتم طرح حوالي ١٥٠٠ سم^٣ كل يوم .
 - ب . الجلد حيث يتم طرح حوالي ٥٠٠ سم^٣/يوم .
 - ج . الرئتان حيث يتم طرح حوالي ٣٠٠ سم^٣/يوم .
 - د . الجهاز الهضمي حيث يتم طرح حوالي ٢٠٠ سم^٣/يوم .
- أي ان مجموع الماء الخارج من الجسم يبلغ حوالي ٣٥٠٠ سم^٣/يوم وهذا يساعد على ابقاء الموزنة (الاستتباب) في حجم سائل الجسم ثابتا .
- ومن اهم العوامل التي تعمل تنظيم حجم السائل الجسمي :

١ . العوامل التي تنظم مدخول السوائل :

Factors that regulate fluid intake

واهم هذه العوامل هو الاحساس بالعطش (thirst) ، فعندما يكون السائل المطروح اكثر من السائل الداخل للجسم ينتج عنه حالة جفاف في الجسم dehydration وينسب مختلفة، وهذا بدوره يعطي للجسم الاحساس بالعطش نتيجة للتأثير الموضعي (كقلة اللعاب وجفاف الفم والبلعوم)، وكذلك عن طريق التأثير العام الذي يؤدي الى زيادة الضغط التناضحي والذي يحفز مركز العطش في الوطاء ليولد الاحساس بالعطش ثم الرغبة في شرب الماء لتعويض السائل المفقود .

٢ . العوامل التي تنظم نتاج السوائل

Factors that regulate fluid out put

في الحالات الطبيعية تنظم كمية السائل المطروح من الجسم بواسطة هرمون مضاد الاپاله وهرمون الدوستيزون . اذ يعمل كلاهما على تنظيم تكوين البول .

اما في الحالات غير الطبيعية فان أسباب فقدان سوائل الجسم هي :

أ . زيادة حجم سائل الدم الذي يؤدي الى ارتفاع ضغط الدم وزيادة سرعة الترشيح الكبير مسببا الزيادة في كمية السائل المطروح خارج الجسم .

ب . زيادة سرعة التنفس والتي تؤدي ايضا الى زيادة كمية السائل المطروح من الجسم .

ج . القيء (vomiting) والاسهال (diarrhea) اللذان يؤديان الى فقدان كمية من السوائل من الجهاز الهضمي .

د . ارتفاع درجة الحرارة .

هـ . حروق الجلد والتي قد تؤدي الى فقدان نسبة كبيرة من سائل الجسم حسب نسبة الخرق .

مكونات السائل الجسمي المهمة :

الماء :

تختلف نسبة وجود الماء في الجسم من شخص الى آخر باختلاف كمية الدهون وكذلك العمر . لذا تتراوح نسبة الماء في الجسم الطبيعي بين ٤٥-٧٠ ٪ . وبما ان المواد الدهنية تعتبر خالية من الماء لذلك تكون نسبة الماء في الاشخاص الضعاف اكثر من الاشخاص المصابين بالسمنة . كذلك تتناقص كمية الماء مع التقدم في العمر ، فـجسم الطفل الرضيع يحتوي على نسبة عالية من الماء . وتختلف نسبة الماء باختلاف الجنس ايضا ، اذ تتراوح نسبته عند الذكور البالغين حوالي ٦٥ ٪ من وزن الجسم بينما في الاناث تكون حوالي ٥٥ ٪ وذلك لوجود المواد الدهنية بنسبة اعلى من الذكور .

الشوارد (كهارل) electrolytes

تحتوى سوائل الجسم على الشوارد ذوات الاواصر الايونية والشحنات الكهربائية المتباينة كشوارد الصوديوم Na^+ والكلوريد Cl^- ذوات اصره ايونيه واحده ايـنـا الكلسيوم Ca^{2+} والفوسفات PO_4^{2-} ذوات اصرتين ايونيتين .

توجد ثلاث وظائف رئيسة للشوارد :

١ . ان معظمها عبارة عن معادن ضرورية واساسية للجسم .

٢ . تسيطر على تناضح الماء بين حجرات الجسم .

٣ . تساعد في تنظيم الباهاء وادامتها .

والشوارد الرئيسة في سائل الجسم تشمل ما يأتي :-

الصوديوم :

ويشكل اعلى نسبة من الشوارد الموجودة خارج الخلايا ويكون حوالي ٩٠ ٪ من الشوارد الموجبه .

يكون الصوديوم ضرورياً في عملية نقل الدفـعات في الاعصاب والعضلات . وتعتبر حركة الصوديوم مهمة في موازنة الشوارد والسائل الجسمي .

ان مستوى تركـز الصوديوم بالدم يتم السيطرة عليه بصورة رئيسة بواسطة هرمون الدوستيرون الذي يفرز من قشرة الغدة الكظرية اذ يعمل هذا الهرمون على التنبـيات الملتنوية القاصية وقتوات الجمع في الكليتين لزيادة اعادة امتصاص الصوديوم الى الدم .

يزداد افراز هذا الهرمون استجابة لقلّة ضغط الدم او قلّة النتاج القلبي وقلّة الصوديوم خارج الخلايا والزيادة في البوتاسيوم خارج الخلايا وفي حالة الجهد الفيزيائي Physical stress .

الكلوريد Chloride

وهو من الشوارد السلبية الموجودة بصورة رئيسة خارج الخلايا . ويعتبر الكلوريد مهما في تنظيم فرق الضغط التناضحي بين حيزات الجسم وذلك لسهولة انتقاله من خارج الخلايا او داخلها . وكذلك في غدد الغشاء المخاطي للمعدة. يتحد الكلوريد مع الهيدروجين لتكوين حمض الكلوريدريك (HCL) الذي يساعد في هضم الغذاء . يكون تنظيم الكلوريد بصورة غير مباشرة تحت تأثير هرمون الدوستيرون الذي ينظم إعادة امتصاص الصوديوم الذي يتبعه امتصاص الكلوريد بصورة منفصلة .

البوتاسيوم Potassium

يوجد البوتاسيوم بصورة رئيسة داخل الخلايا ويعتبر من اكثر الشوارد الموجبة داخلها . وعندما يتحرك البوتاسيوم الى الحيز خارج الخلية يتم التعويض عنه بالصوديوم والهيدروجين .

يساعد البوتاسيوم في موازنة حجم السائل داخل الخلية وكذلك الباهاء . ويعتبر البوتاسيوم مهما في وظيفة الاعصاب والعضلات .

ان مستوى البوتاسيوم بالدم تم السيطرة عليه بواسطة هرمون الالدوستيرون بطريقة معاكسة لعملية السيطرة على الصوديوم . أي عندما يكون هناك قلّة في الصوديوم يزداد افراز الالدوستيرون فيؤدي الى زيادة إعادة امتصاص الصوديوم في الكلية ولكن عندما يزداد البوتاسيوم بالدم فانه يؤدي الى زيادة افراز الالدوستيرون الذي يسبب زيادة طرح البوتاسيوم مع البول خارج الجسم وهذا التأثير يحدث في النيببات الملتهبة القاصية وقنوات الجمع للكلية .

الكالسيوم والفوسفات Calcium and Phosphate

تخزن هذه الشوارد في العظام والانسان وتفرز عند الحاجة الى الدم . يوجد الكالسيوم بصورة رئيسة خارج الخلية بينما الفوسفات موجود بصورة رئيسة داخل الخلية

يعتبر الكالسيوم من المكونات الاساسية للعظام والاسنان . وله اهمية في تخثر الدم وافراز الناقلات الكيماوية Chemical Transmitter وتقلص العضلات وضربات القلب الطبيعية .

تعتبر الفسفات عنصراً مهماً أيضاً في تركيب العظام والاسنان ، كذلك ضرورية لتكوين المحوض النووية (DNA, RNA) nucleic acids .

تدخل الفسفات في تكوين المركبات التي تعطي طاقة كالادينوسين ثلاثي الفسفات . وتعتبر الفسفات مهمة أيضاً في تفاعلات الدره (Buffering reactions) .

ان مستوى الكالسيوم والفسفات في الدم يتم تنظيمه بوساطة عدة هرمونات اهمها هرمون جنين الدرقية Parathyroid hormone وهرمون فيتامين د وهرمون الكالستونين Calcitonin .

المغنيسيوم Magnesium :

يوجد المغنيسيوم بصورة رئيسة داخل الخلايا . وله اهمية في مضخة الصوديوم والبوتاسيوم Sodium - potassium Pump . كذلك له اهمية في تكوين الانظم الذي يعمل على تحرير الطاقة بوساطة تحليل الادينوسين ثلاثي الفسفات (ATP) الى الادينوسين ثنائي الفسفات (ADP) .

ينظم مستوى المغنيسيوم بالدم بوساطة هرمون الالدوستيرون، فعندما يكون المغنيسيوم بالدم قليلاً يعمل على افراز الالدوستيرون الذي يسبب زيادة اعادة امتصاص المغنيسيوم من النيببات الكلوية .

حركة السائل الجسمي عبر الشعيرات

Body Fluid Movement Across The Capillaries

والتي تتمثل في حركة السائل بين البلازما والخلايا عبر الشعيرات .
ان سرعة جريان الدم تكون ابطأ ما يكون في الشعيرات الدموية وهذه الظاهرة مهمة من اجل تبادل المواد بين الدم وأنسجة الجسم .
ان الطريقة الرئيسة التي يتم بوساطتها تبادل المواد بين الدم في الشعيرات وخلايا الجسم هي الانتشار . وبعض الجزيئات الكبيرة يتم تبادلها بوساطة الاحتساء .
ان حركة الماء والمواد المنذبة به خلال اغشية الاوعية الشعرية تتأثر بالعوامل الاتية :-

١ . ضغط الدم المائي السكوني (ض.د.م.س) Blood Hydrostatic Pressure الذي يعمل على دفع السائل خارج الشعيرات والذي يبلغ حوالي ٣٠ ميلي متر زئبق في الجهة الشريانية من الشعيرات وحوالي ١٠ ميلي متر زئبق في الجهة الوريدية .

٢ . الضغط الخلالي المائي السكوني (ض.خ.م.س) Interstitial fluid Hydrostatic Pressure وهو ضغط السائل الخلالي الذي يعمل على حركة السائل باتجاه الشعيرات ويكون عادة سلبيا ويبلغ حوالي ٦ ميلي متر زئبق .

٣ . الضغط التناضحي للدم (ض.ت.د) Blood Osmotic Pressure الذي تولده البروتينات بالدم والذي يعمل على توجيه اتجاه حركة السائل الى داخل الشعيرات بواسطة التناضح . وتبلغ قيمته حوالي ٢٨ ميلي متر زئبق في نهايتي الشعيرات :

٤ . الضغط التناضحي للسائل الخلالي (ض.ت.س.خ) Interstitial fluid Osmotic pressure الذي يسببه وجود كمية قليلة من البروتينات في السائل الخلالي والذي يعمل على دفع السائل خارج الشعيرات ويساوي ٦ ميلي متر زئبق تقريبا في نهايات الشعيرات، ويتضح مما سبق ما يأتي :-

$$\begin{aligned} & \text{ان محصلة القوى التي تدفع السائل خارج الشعيرات} = \\ & (\text{ض د م س} + \text{ض خ م س} + \text{ض ت س خ}) - \text{ض ت د} \\ & = (٣٠ + ٦ + ٥) - ٢٨ \\ & = ١٣ \text{ ميلي متر زئبق} . \\ & \text{وان محصلة القوى التي تدفع السائل الى داخل الشعيرات} \\ & = \text{ض ت د} - (\text{ض د م س} + \text{ض خ م س} + \text{ض ت س خ}) \\ & = ٢٨ - (٥ + ٦ + ١٠) \\ & = ٧ \text{ ميلي متر زئبق} \end{aligned}$$

يتضح من ذلك ان ضغط اعادة الامتصاص (٧ ميلي متر زئبق) اقل من ضغط الترشيح (١٣ ميلي متر زئبق) ، ولكن كثرة الشعيرات الدموية الوريدية والتي تكون اكثر نفوذية من الشعيرات الشريانية تحتاج الى ضغط اقل لاعادة امتصاص السائل الى الاوعية الدموية . ان ضغط اعادة الامتصاص يسبب اعادة حوالي تسعة اعشار

(٩٦) السائل المترشح ، والعشر الآخر (٩٧) يتم إعادة امتصاصه مع بعض المواد البروتينية بواسطة الاوعية اللمفاوية الى جهاز الدوران . وبذلك يكون السائل المترشح من الشعيرات الدموية في حالة موازنه مع السائل الذي اعيد امتصاصه بواسطة الاوعية مضافا اليه السائل الذي استرجع بواسطة الاوعية اللمفاوية .
ان هذه الموازنه تسمى قانون ستارلينك للاوعية الشعرية
Starling's Law of the Capillaries .

الوذمة (الحزب) Oedema

ان زيادة نفوذية جدران الاوعية الشعرية تسمح بزيادة السائل المترشح خارج الاوعية الدموية الى الحيز بين الخلايا للانسجة (السائل الخلالي) . وبما ان سرعة السائل المترشح اكثر من سرعة السائل المعاد امتصاصه لذا ينتج عنه تجمع السائل في الانسجة مما يسبب الانتفاخ (التورم) الذي يسمى بالوذمة .
ومن اسباب زيادة تجمع السائل الخلالي في الانسجة هو زيادة نفوذية الاوعية الشعرية كالذي يحصل عند التهابات او نتيجة انسداد الاوعية والعقد اللمفية بسبب التهابات كذلك من زيادة الضغط في الشعيرات الدموية كالذي يحدث في زيادة ضغط الدم الوريدي والذي تنتج عنه زيادة في السائل المترشح مسببة الوذمة .

abdominal muscles	المضلات البطنية
abdominal reflex	المنعكس البطني
absolute refractory period	دور المحرون المطلق
accessory nerve	العصب الاضافي
acetylcholine	أستيل كولين
achilles reflex	منعكس العرقوب
achilles tendon	العرقوب
actin	اكتين
action potential	الفعل الكامن
active electrode	المسرى الفعال
active transport	النقل الفعال
acute	حاد
adaptation	تعود
adenine	أدينين
adenosine diphosphate	ثاني فسفات الادينوزين
adenosine triphosphate (ATP)	اديوسين ثلاثي الفسفات (أتب)
admixture	مزج
aerobic	حيوائي
afferent	وارد
afferent neurones	عصبونات واردة
age	العمر
agglutination	ترص
agglutinin	راضه (ج : راصات)
agglutininogen	مترص (ج : مترصات)
agonist	شادة
agranular (Smooth)	غير محببه (ملساء)
agranulocytes	كريات غير محببه
agraphia	اللاكتابية

aggression	العدوان
albumin	البومين
aldosterone	الدوستيرون
alkalinity	ألفولية
all or non	الكل او العدم
allergy	الارجية
alpha	الفا
alpha waves	موجات الفا
alveolar ducts	القنوات السنخية
alveolar sacs	الاكياس السنخية
alveolus	سنخ (ج : اسناخ)
amino acids	حمضينات
amygdaloid nucleus	النواة اللوزية
anaphase	طور الصعود
anaphylactic reaction	التفاعل التأقي
anastomosis	مفاغره
anemia	فقر الدم
angina pectoris	الذبحة الصدرية
angiotensin	أنجيوتنسين
angiotensinogen	مولد الانجيوتنسين
angstrom	انغستروم
ankle jerk	نفضة المرقوب
antagonist	مضادة الشادة
anterior gray horn	القرن السنجابي الامامي
anterior root	الجذر الامامي
anterior spinocerebellar tract	المسلك القمي النخاعي الامامي
anterior spinothalamic tract	المسلك المهادي النخاعي الامامي
antibodies	الاضداد
antidiuretic hormone (ADH)	المهرمون مصاد الاپاله

antigen	مستضد
antigen - antibody reaction	تفاعل مستضدي - ضدي
antihypertensive	مضاد فرط ضغط الدم
antixenotrophic	متباينة الخواص
anuria	ررام
aorta	الاهر
aortic reflex	المنعكس الاهري
aortic valve	الصمام الاهري
aphasia	خسه
aplastic anemia	فقر الدم اللانسيجي
apneustic center	مركز ابنوستك (مركز محفز التنفس)
aponeurosis	سفاف (ج: سفق)
aqueduct	مسال
arachnoid	العنكبوتي
arachnoid villi	الزغابات العنكبوتية
arcuate arteries	الشرايين المقوسة
area	باحه (ج: باحات)
area of special senses	الباحه الحسية الخاصة
arrhythmia	لانظمه، اضطراب النظم
arterial pulse	النبض الشرياني
arteriole	شرين (ج: شريانات)
artery	شريان
ascending tracts	المسالك الصاعدة
association areas	باحات الترابط
association neurone	عصبون ترابط
association tracts	المسالك الرابطة
astrocyte cells	الخلايا النجمية
ataxia	الرنح
Atbase	أتناز
atrial natruretic lactor	العامل المفرغ للصوديوم

atrial reflex	المنعكس الأذيني
atrio-ventricular node	العقدة الأذينية البطينية
atrio-ventricular valves	الصمامات الأذينية البطينية
atropeptin	الببيتيد الأذيني
atrium	أذين
auditory association area	باحة الترابط السمية
auditory nerve	العصب السمي
augmentation	تضخيم
auscultatory methoh	الطريقة السمية
autodigestion	انهضام ذاتي
autommune	منيع للذات
autoimmunity	المناعة الذاتية
autolysis	انحلال ذاتي
automaticity	ذاتيا
autonomic nervous system	الجهاز العصبي المستقل
autonomic regulation	التنظيم المستقل
autoregulation	التنظيم الذاتي
axo - axonic synapse	مشبك محوار - محواري
axo - dendritic synapse	مشبك محوار - تغصني
axo - somatic synapse	مشبك محوار - جسدي
axon	محوار
axon hillock	بروز المحوار
axon reflex	المنعكس المحواري

babinski - sign	علامة بابنسكي
bacteria	جراثيم
bainbridge reflex	منعكس بينبرج
barbiturates	البريتورات
baroreceptors	مستقبلات الضغط
basal ganglia	العقد القاعدية
basophil	العقدة
behavioral activities	النشاطات السلوكية
biceps brachii muscle	المضلة ذات الرأسين العضدية
biceps muscle	المضلة ذات الرأسين
bile pigment	الصبغة الصفراء
bipennate	ثنائية الريشة
bipolar	ثنائي القطب
bipolar neurone	عصبون ذو قطبين
bipolar recordlg	التسجيل ذو القطبين
bladder	مثانة
blood	الدم
blood capillanes	الشعيرات الدموية
blood flow	تخثر الدم
blood groups	جريان الدم
blood hydrostaic pressure	ضغط الدم الهائمي السكوتي
blood osmotic pressure	ضغط الدم التناضحي
blood plasma	بلازما (مصورة) الدم
blood pressure	ضغط الدم
blood transfusion	نقل الدم
blood - brain - barner	حائل دموي دماغي
body orifices	فوهات الجسم
bomman's capsule	محفظة بومان
bone marrow	نقي العظم

bracheal plexus	الضفيرة العضدية
brain stem	جذع الدماغ
brain waves	امواج الدماغ
bronchiole	قصبة (ج : قصيبات)
bronchus	قصبة (ج : قصبات)
buffer	دارئ
buffering reactions	تفاعلات الدرع
bundle	حزمة
bundle branch	فرع الحزمة
bundle of Hiss	حزمة هيس
bursa fibrius	جراب فابرشيوس
butilnus toxin	السم الوشيتي

- C -

calcitonin	كلسيتونين
calcium	كسيوم
capacity	سعة
capillary	شعيرة (ج : شعيرات)
capillary bed	الغرائش الشعيري
capsular hydrostatic pressure	ضغط المحفظة الكبدي السكوني
capsule	محفظ
carbacol	كاربوكول
carboamino hemoglobin	كربوأمينو هيموغلوبين
carbohydrate	سكريات
cardiac acceleratory nerves	الاعصاب المسرعة للقلب
cariac cycle	الدورة القلبية
cardiac index	النسب القلبي
cardiac murmer	نفحة القلب
cardiac muscle	العضلة القلبية
cardiac out put	الناتج القلبي

cardiac pacemaker	ناظم القلب
cardiac plexus	الضفيرة القلبية
cardioacceleratory center	مركز مسرع القلب
cardioinhibitory center	مركز مثبط القلب
carotid sinus reflex	منعكس الجيب السباتي
carrier	الحاملة
carrier mediated diffusion	الانتشار بواسطة الحاملة
cartilage	عسروف
catecholamine	كاتيكولامين
cathod ray oscilloscope	جهاز منظار ذبذبة الشعاع المهبطي
cauda equina	ذيل الحصان
caudate nucleus	النواة المذنبة
celiac ganglion	العقدة الجوفية
cell	الخلية
cell division	انقسام الخلية
cell membrane	غشاء الخلية
central body	الجسم المركزي
central canal	القناة المركزية
central nervous system (CNS)	الجهاز العصبي المركزي
central sulcus	التلم المركزي
central venous pressure	الضغط الوريدي المركزي
centriole	المريكز
centrome	الجسم المركزي
cerebellor sensory tracts	المسالك الحسية المخيخية
cerebellum	مخيخ
cerebral aqueduct	المسال الخفي
cerebral cortex	قشرة المخ
cerebral hemisphere	نصف كرة المخ
cerebral nuclei	أنوية المخ

cerebral palsy	شلل المخ
cerebral ,peduncles	الشويقات الخفية
cerebro spinal fluid (CSF)	السائل المخي النخاعي
cerebrovascular accident	السكتة
cerebrum	مخ
cervical	عنقي
cervical enlargement	التضخم العنقي
cervical nerves	الاعصاب العنقية
cervical plexus	الضفيرة العنقية
chemical factors	العوامل الكيماوية
chemical synapses	المشابك الكيماوية
chemical transmitters	الناقلات الكيماوية
chemoreceptors	المستقبلات الكيماوية
chiasmata.	تصالبات
chloride	كلوريد
chloride shift	الزيمان الكلوري
cholinergic sympathetic innervation	التصيب الودي الكوليني الفعل
cholinestasse	كرلينستيراز
choroid plexuses	الضفائر المشيمية
chromatin	شق الصبغي
chromatolysis	انحلال الكروماتين
chromosome	صبغي (ج/ صفات)
chronaxie	الزمنة
chronic	مزم
ciliary ganglion	العقدة الهدبية
cingulate gyrus	التلفيف الحزامي
circulation	دوران
cisterna	صهريج
classification	تصنيف
claustrum	النواة العائقة

clot	تجلط
clot retraction	انكماش الجلطة
coagulation	تخثر
coarctation	تضييق الأهر
coccygeal	عصمي
coccygeal nerves	الاعصاب العصمية
collagen	مفرأء ، كلاجين
collateral ganglia	العقد المجانبة
collecting ducts	قنوات الجمع
colliculus	أكبة
common carotid artery	الشريان السباتي الأصلي
communicant rami	الفروع الاتصالية
compartment	حيز (ج : حيزات)
compression receptors	مستقبلات الانضغاط
concentration	تركيز
conduction of action potential	توصيل الفعل الكامن
conduction	الامارات التوصيلية
conductive system	جهاز التوصيل
conductivity	توصيلية
connector	وصيل (ج / وسائل)
connective tissue	نسيج ضام
connector neurones	المصبونات الوصلية
contractility state	الحالة التقلصية
contraction	تقلص
contracture	تقفع
contralateral	الجهة المقابلة
conus medullaris	الخروط النخاعي
coordination	تناسق
coronary circulation	الدوران الاكليلي
corpus callosum	الجسم الثفني

corpus striatum	الجسم المخطط
corticobulbar	المسلك القشري البصري
cranial nerves	الاعصاب القحفية
cranio – sacral	القحفي - المعجزي
creatine phsphokinase	كريتين فسفوكايناز
crenation	تقرض
cross ~ matching	اختبار التوافق
crossed extensor reflex	منكس البسط المتصالب
crossing over	التعابر
crude touch	اللمس الخام
cuneatus nucleus	النواة الاسفينية
curariform	كباريفروم
cutaneous circulation	الدوران الجلدي
cyanosis	الزرأق
cytoplasm	المخيولى
cytosine	سيتوزين

- D -

dead space	الحيز الميت
deep muscles	العضلات العميقة
dehydration	جفاف الجسم
delayed aerobic heat	الحرارة المتأخرة الهوائية
delayed anaerobic heat	الحرارة المتأخرة اللاهوائية
delta waves	موجات دلتا
deltoid muscle	العضلة الدالية
dendro – dentritic synapse	مشبك تغصن - تغصن
denevated atrophy	ضمور قطع الاعصاب
dentate nucleus	النواة المسنة
dendrite (dendrone)	تغصن (ج : تغصنات)

deoxyribonucleic acid (DNA)	حمض نووي ريبوي (دنا)
depolarization	ازالة الاستقطاب
dermatomes	الشدقات الجلدية
descending	المسلك النازل
detoxification	ازالة السمية
diabetes mellitus	مرض السكري
diakinesis	الدور الحركي
diaphragm	الحجاب
diarrhea	الاسهال
diastole	انبساط
diencephalon	الدماغ البيني
diffusion	انتشار
digitalis	ديجيتالس
diisopropyl fluorophosphate	غاز الاعصاب
diphosphoglycerol	ثاني فسفات الكليسيرول
diplotene	الدور التضاعفي
direct method	الطريقة المباشرة
direct stimulation	التنبية المباشرة
discrimination	تمييز
disorder	اضطراب
dissociation curve	منحنى التفارق
distal convoluted tubules	النباتات المتوتية القاصية
disused atrophy	ضمور عدم الاستعمال
diuresis	المبيلات
DNA - Polymerase	بوليمراز الدنا
Dnase	دناز
donor	مُعطي
dopamine	دوبامين
dorsal ramus	الفرع الظهرى
dura matter	لحم الخبقة
dyspnea	جهد (ضيق التنفس)

edema	وذمة
effect	تأثير
effective filtration pressure	الضغط الترشيحي الفعال
effector	مستفعدة
efferent	صادر
efferent neurone	عصبون صادر
ejection phase	طور القذف
electroencephalogram (EEG)	مخطط كهربائية الدماغ
electrical potential	كامن كهربائي
electrical synapses	المشابك الكهربائية
electrocardiogram (ECG)	مخطط كهربائي القلب
electrode	المسرى
electroencephalography	جهاز تخطيط كهربائية الدماغ
electrolyte	كهول (ج : كهارل)
emotional brain	الدماغ الانفعالي
emotional functions	الوظائف الانفعالية
emotional stress	كرب انفعالي
emphysema	النفخ الرئوي
end plate potential	كامن الصفيحة الانتهائية
end-diastolic ventricular blood volume	حجم دم البطين نهاية الانبساط
end-systolic ventricular blood volume	حجم دم البطين نهاية الانقباض
endocardium	الشفاف
endocrine system	جهاز الغدد الصم
endocytosis	التقام خلوي
endomysium	غلاف اللييف العضلي
endoneurium	غمد اللييف العصبي
endoplasmic reticulum	الشبكة الميولية الباطنة
endothelial cells	الحلايا البطانية

endothelial - capsular membrane	النشاء البطاني المحفطي
energy	طاقة
entoreceptors	المستقبلات الداخلية
enzymes	انظيم (ج : انظيمات)
eosin	ايوسين
eosinophile	الحمضة
ependymal cells	خلايا البطانة العصبية
epicardium	التغاب
epilepsy	الصرع
epimysium	صفاق العضلة
epinephrine	اينفرين
epineurium	الغمد العصبي
equilibrium	توازن
erectus muscles	المضلات الناصبة
erythroblast	اورمه الحمراء
erythrocyte sedimentation rate (ESR)	سرعة تثفل الكريات الحمر
erythropoietin	مكونة الحمر ، أريتروپويتين
essential	اساسي ، ضروري
estrogen	ايستروجين
ethmoid bone	العظم الغربالي
eupnea	تنفس هادي
excitability	استثارية
excitation-contraction coupling	اقتران الاستثارة التقلصية
excitatory postsynaptic potential	الكامن بعد المشبك المستثار
exercises	تمرين (ج : تمارين)
exocytosis	التفاظ خلوي
expiration	زفير
expiratory reserve volume	الحجم الاحتياطي الزفيري
exploring electrode	المسرى للمستقصي

external sphincter	نصرة الخارجية
exteroceptors	المستقبلات الخارجية
extracellular fluid	السائل خارج الخلايا
extrapyramidal tracts	المسالك خارج الهرمي
facial nerve	العصب الوجهي
facilitated diffusion	الانتشار التسهلي
factor	عامل (ج : عوامل)
falx cerebri	منجل المخ
familial periodic paralysis	الشلل العائلي الدوري
fascicle	حزمة
fasciculation	رفقان
fasciculi	حزم
fat metabolism	استقلاب الشحوم
fatty acids	حوض دهنية
feeding center	مركز الاطعام
femoral	فخذي
femoral blood pressure	ضغط الدم الفخذي
fiber	ليف (ج :لياف)
fibrillation	رجفان
fibrills	اللييفات
fibrin	ليفين (فبرين)
fibrinolytic enzymes	انظيمات حالة الليفين
fibrous astrocyte cells	الخلايا النجمية الليفية
filtration	ترشيح
firing level	مستوى الانفجار
fissure	شق (ج : شقوق)
flaccid paralysis	الشلل الرخو
flexor digitorum muscle	العضلة الثانية للاصابع
flexor pollicis longus	العضلة المثنية للاصبع الطويلة
flexor reflex	منعكس الثني

flocculo-nodular lobe
folia
folic acid
foramen magnum

الفص العقدي المتوج
ورقات
حمض الفوليك
الفتحة الكبيرة

- G -

gama amino butyric acid
gamma
ganglia
ganglion
gap
gap Junction
gastrocnemius muscle
general sensory area
general systemic blood pressure
geniculate nucleus
globulin
globus pallidus
glomerulus
glossopharyngeal nerve
glucose

حمض غاما أمينوبيوتريك
غاما
عقد
عقدة
فسحة (فضوه)
فسحة التوصيل
عضلة الساق
الباحة الحسية العامة
ضغط الدم الجموعي العام
النواة التركيبية
غلوبين
الكره الشاحبة
كبيبة (ج : كبيبات)
العصب اللساني البلعومي
غلوكوز (سكر العضب)

glycogen
glycoprotein
gnostis area
golgi complex
gracilis nucleus
granule
granulocytes

جليكوجين
بروتين سكري
باحة المعرفة
مركب غلجي
النواة الناحلة
كبيبة (ج : حبيبات)
الكريات المحببة

- H -

gray matter	المادة السجاية
gustatory area	باحة الذوق
gyri	تلافيف
gyrus	تلفيف (ج : تلافيف)
hay fever	حمى الكلأ
heart	القلب .
heart sounds	اصوات القلب
hematocrite	مكداس الدم
hematoxylin	هياتوكسلين
heme	هم
hemiplegia	فالج (شلل شقي)
hemodynamics	ديناميات الدم (حركة الدم)
hemoglobin	هيموغلوبين (خضاب الدم)
hemolysis	انحلال الدم ، حل الدم
hemopilia	الناعور
hemorrhage	نزف
hemostasis	موقف (ج : موقوفات)
heparin	هيبارين
hetrometric regulation	التنظيم مفاير الطول
hilus	تقير
hipocampal gyrus	التلفيف الحصيفي
hipocampus	الحصين
histamine	هستامين
histological structure	التركيب النسيجي
histon	هستون
homeostasis	الاستتباب
homometric regulation	التنظيم مماثل الطول
hyaline membrane	الفشاء الزجاجي
hydrochloric acid (HCL)	حمض الكلوريدريك
hydrolysis	حلله

hydrostatic pressure
hypercapnia
hyperpolarization
hypersensitivity
hypertonic solution
hypogastric plexus
hypoglossal nerve
hypothalamus
hypotonic solution
hypoxia

ضغط الماء السكوني
فرط الكربيه
فرط الاستقطاب
فرط التحسس
محلول مفرط التوتر
الصفيرة الخثلية
العصب تحت اللساني
الوطاء
محلول ناقص التوتر
نقص التأكسج

- 2 -

identical
impulse
inclusion
indifferent electrode
indirect method
indirect stimulation
infarction
infection
inferior cerebellar peduncle
inflammation
inhibitory postsynaptic potential
initial heat
insertion
inspiration
inspiratory reserve volume
interatrial band
intercalated discs
intercostal nerves
intercostal space

متائل
دفعة (ج : دفعات)
أشتال (ج : اشتالات)
مسرى سادر
الطريقة الغير المباشرة
التنبية الغير المباشر
احتشاء
خمج
السويق المخيخي الاسفل
التهاب
الكامن بمد المشبك المثبط
الحرارة الاولى
مغرس
شهيق
الحجم الاحتياطي للشهيق
الحزمة بين الاذنين
الاقراص المقحمة
الاعصاب الوربية (الصدرية)
الحيز الوربي

interlobar arteries	شرايين بين الفصوص
interlobular arteies	شرايين بين الفصيحات
intermittent claudiatioation	المرج المتقطع
internal capsule	المحفظة الداخلية
internal carotid artery	الشريان السباتي الباطني
internal sphincter	المصرة الداخلية
internodal bundle	الحزمة بين العقد
Interstitial fluid	السائل الخلالي
Intoxication	انسام
Intracellular fluid	السائل داخل الخلايا
intramural ganglia	العقد داخل الجدار
Intrinsic factor	عامل داخلي المنشأ
Intrinsic regulation	التنظيم داخلي المنشأ
investigation	استقصاء
Involuntary muscle	عضلة لا ارادية
iris	القزحية
Iron difficiency anemia	فقر الدم حوز الحديد
irritation receptors	مستقبلات التهيج
Ischemic pain	ألم إقفاري
isoelectric line	الخط الكهروساوي
isometric contraction	تقلص اسوى المقاسات
isotonic contraction	تقلص اسوى التوتر
isotonic solution	محلول اسوى التوتر
isotrophic	متشابهة الخواص
isovolumetic	اسوى الحجم

- J -

jerk reflex	منمكس النفضة
junction	اتصال
juxtaglomerular apparatus	جهاز مجاور الكبيبة
juxtaglomerular cells	الخلايا مجاورة الكبيبة

- K -

kidney	الكلى
knee jerk	نفضة الركبة
korotkove sounds	اصوات كورتكوف
krebs cycle	دورة كريس
kymograph	غشط التوج

- L -

laminar	صفائحي
language area	باسح اللغة
laryngopharynx	البلعوم الحنجري
larynx	الحنجرة
late diastole	نهاية الانقباض
latent period	الدور الكامن
lateral corticospinal tract	المسلك القشري النخاعي الجانبي
lateral ganglia	العقد الجانبية
lateral gray horn	القرن السنجاني الجانبي
lateral sulcus	التلم الجانبي
law	قانون
lead	اتجاه
lentiform nucleus	النواة العدسية
leptotene	الدور القلادي
lesion	آفة (ج : آفات)
leukemia	ابيضاض الدم

leuko poietin	مكون البيض
leukopenia	قلة البيض
light touch	اللمس الخفيف
limb	طرف (ج : أطراف)
limbic lobe	الفص الحوفي
limbic system	الجهاز الحوفي
lipid droplets	قطرات شحمية
lipofuscin	اللايبوفوسين
lipoprotein	مادة دهنية بروتينية
liver	كبد
local current flow	جريان التيار الموضعي
local current theory	نظرية الدارة الموضعية
local response	الاستجابة الموضعية
longitudinal fissure	الشق الطولي
loop of Henli	عروة هنلي
loose	رخو
lower motor neurone	المصون المحرك السفلي
lumber	قطني
lumber enlargment	التضخم القطني
lumber nerves	الاعصاب القطنية
lumber plexus	الضفيرة القطنية
lumber puncture	البزل القطني
lumber vertebra	الفقرة القطنية
lung	رئة
lymph	اللف
lymph node	العقدة اللمفية
lymphatic leukemia	ايضاض لمفي
lumphatic system	الجهاز اللمفي
lymphatic vessels	الاووعية اللمفية

lymphocytes

lysosome

الخلايا اللمفية
جسم حال (ج : جسيمات حالة)

- M -

macrocytic anemia

macrophage

mamillary bodies

mandibular nerve

manometer

mast cells

maximal stimulus

mean corpuscular hemoglobin

mean corpuscular volume (MCV)

measurement

mechanism

medial lamniscus

medulla

medulla oblongata

megakaryocyte

megaloblastic anemia

meiosis

melanin pigment

membrane potential

meningeal branch

meninges

mesencephalon

mesenteric ganglia

messenger RNA (mRNA)

metabolism

metabolites

فقر الدم كبير الكريات

بلعم (ج : بلام)

الاجسام الحليمية

عصب الفك السفلي

مقياس للضغط

الخلايا البدينة

المنبه الاعظمي

معدل هيموغلوبين الكرية الحمراء

معدل حجم الكرية الحمراء

قياس

آلية

القتيل الانسي

إللب

البصلة

النواء

فقر الدم ضخم الاروم

انقسام انصافي

صبغة الميلانين

كامن الغشاء

فرع السحايا

سحايا

الدماغ المتوسط

العقد المساريقية

الرنا المرسال

استقلاب (أيض)

المستقلبات

metaphase	الطور التالي
microcytic hypochromic anemia	فقر الدم صغير الكريات
microglia	الدبق العصبي الصغري
micrometer	مكرومتر
micturition	التبول
microvilli	الزغيبات
midbrain	الدماغ المتوسط
mitochondria	متقدرات
mitochondrion	متقدرة
mitosis	انقسام فتيلي
mitral valve	الصمام التاجي
monocyte	وحيدة
monosynaptic	منمكس وحيد المشبك
motor	حركي
motor area	باحه حركية
motor end plate	الصفحة الحركية الانتهازية
motor neurone	عصبون حركي
motor unit	الوحدة الحركية
multipennate	متعدد الريشة
multiple sclerosis	التصلب المتعدد
multipolar neurones	المصبونات متعددة الاقطاب
multiunit	متعدد الوحدات
murmer	نفخة (ج : نفخات)
muscle	عضلة ، عضل
muscle atrophy	الضمور العضلي
muscle attachment	اتصال العضلات
muscle dystrophy	الحثل العضلي
muscle fatigue	تعب العضلة
muscle hypertrophy	الضخامة العضلية
muscle of expression	العضلات التعبيرية

muscle tone	توتر عضلي
muscle twitch	النفضة العضلية
muscular	عضلي
maxillary nerve	عصب الفك العلوي
myasthenia	الوهن العضلي الوبيل
myelin	غشائي
myelinated nerve fibers	الالياف العصبية ذات الغمد النخاعي
myelinated sheath	الغمد النخاعي
myelogenous leukemia	ابيضاض نقوى المنشأ
myocardium	عضل القلب
myofibrils	اللييفات العضلية
myofilaments	الخيوط العضلية
myogenic	عضلي المنشأ
myoglobin	ميوغلوبين
myoneural junction	الموصل العصبي العضلي
myosin	ميوزين

- N -

nasal cavities	الجوفان الانفية
nasopharynx	البلعوم الانفي (الخيشوم)
nausea	غثيان
negative after potential	السلي بعد الكامن
neostigmine	نيوستكين
nephron	كلية
nerve cell	خلية عصبية.
nerve soma	جسد الخلية العصبية .
nervous mechanism	الالية العصبية
nervous system	الجهاز العصبي
network of neurons	شبكة من الاعصاب

neural factors	العوامل العصبية
neurofibrils	الليفات العصبية
neurogenic	عصي المنشأ
neuroglia	الدبق العصبي
neurolemma	غمد الليف العصبي
neuromuscular junction	الموصل العصبي العضلي
neuron	عصبون (ج : عصبونات)
neuropasm	مضرة العصب
neurosyphilis	الانفرنجي العصبي
neutrophil	العدلة (ج : عدلات)
nexus	فجوة
nissl bodies	جسيمات نسل
node of ranvier	عقدة رينغير
noradrenergic sympathetic innervation	التعصيب الودي النورادرينالي الفعّل
norepinephrine	نور ايبينفرين
normal	نظامي
nucleic	حمض نووي
nucleolemma	غشاء النواة
nucleolus	النوية (ج : نويات)
nucleoplasm	البلازما النووية
nucleotides	النوويدات
nucleus	النواة

-Q-

occipital bone	المعظم القذالي
occipital lobe	الفص القذالي
occipito - parietal sulcus	التلم القذالي الجداري
occulomotor nerve	العصب المحرك للعين
oedema	الوذمة (الخزب)
olfactory area	الباحه الشمية

olfactory nerve	العصب الشمي
oligodendroglia	الخلايا الدبقية القليلة التغصن
olivary body	الجسم الزيتوني
olivocerebellar tract	المسلك الزيتوني المخيخي
one – way conduction	التوصيل احادي الاتجاه
ophthalmic nerve	العصب العيني
optic nerve	العصب البصري
organelle	عضي (ج : عضيات) "
orifice	فوهه (ج : فوهات)
origin	الاصل
oropharynx	الحلقوم
osmosis	التناضح
osmotic diuresis	الابالة التناضحية
osmotic diuretics	الميللات التناضحية
osmotic pressure	الضغط التناضحي
otic ganglion	العقدة الاذنية
oxidation	الاكسدة
oxygen debt mechanism	آلية دين الاوكسجين
oxyhemoglobin	اكسي هيموغلوبين
oxytocin	اوسيتوسين

- P -

pacemaker	ناظم (ج : ناظمت)
pectylene	الدور التفلفي
packed cell volume	حجم الكريات المرصوه
pain	آلم
palenas	شحوب
palpatory method	طريقة الجس
pancreas	المعشكة (البنكرياس)
parallel	متوازي

paraplegia	شلل سفلي (شلل نصف سفلي)
parasympathetic nerves	الاعصاب اللاودية
parathyroid hormone	هرمون جنيب الدرقية
paravertebral	جانب الفقار
parietal bone	العظم الجداري
parietal layer	الطبقة الجدارية
parkinson disease	داء بركنسون
passive	منفعل
passive filling	الامتلاء المنفعل
passive transport mechanism	آلية النقل المنفعلة
patellar reflex	منعكس الرضفة
pathological	مرضي
pennate	ريثي
pericardial sac	التامور
permysium	غلاف الحزمة العضلية
perineurium	ظهارة الحزمة
periostium	السمحق
peripheral resistance	المقاومة المحيطية
peristaltic movements	الحركات التمعجية
peritoneum	الصفاق
peritubular capillares	الشعيرات بين النبيبت
perkinji fibers	ألياف بركنجي
ph	الباهاء
phagocytes	خلايا البلع
phagocytosis	بلعمه
pharynx	البلعوم
phonocardiogram	جهاز مخطط اصوات القلب
phosphate	فسفات
phospholipids	الشحميات الفسفورية

phosphorylation	فسفرة
phrenic nerve	العصب الحجابي
physical stress	الجهد الفيزيائي
physiological properties	الخواص الفيزيولوجية
physostigmin	فيسوستيغمين
pia matter	الأم الحنون
pigmentary granules	حببيبات صباغية
pinocytosis	احتساء
pitch	لحن
placenta	السخذ
plain muscles	العضلات الملساء
planter reflex	للمنعكس الاخصي
plasma	بلازما (مصورة)
plasma membrane	غشاء البلازما
plateau	هضبه
platelet	صفيةحة (ج : صفيحات)
platelets plug	سداد الصفيحات
pleural cavity	الجوف الجنبوي
pleural fluid	السائل الجنبوي
pleural membrane	الغشاء الجنبوي
plexus	ضفيرة (ج : ضفائر)
pneumonia	ذات الرئة (الالتهاب الرئوي)
pneumotoxic	مركز مثبط التنفس (مركز التيموتاكس)
poiseulles law	قانون بيسولي
poliomyelitis	التهاب سنجابية النخاع .
polycythemia	كثرة الحمره
polymorphonuclear cells	خلايا متعددة اشكال النواة
polypeptide	عديد الببتييد
polysaccharide	متعدد السكريد

polysynaptic reflex	المنعكس المتعدد للشابك
polyuria	بول
pones	الجسر
popliteal	مأبضي
popliteal fossa	الحفرة للمأبضية
pore	مس (ج : مسام)
positive after potential	الايجابي بعد الكامن
positive electrical current	تيار كهربائي موجب
post load	العمى البعدي
postcerebral gyrus	التلفيف بعد المركزي
posterior column pathway	المسلك العمودي الظهرى
posterior gray horn	القرن السنجابي الخلفي
posterior root	الجذر الخلفي
posterior spinocerebellar tract	المسلك النخاعي الخيفي الخلفي
postganglionic	بعد العقدة
postsynaptic	بعد المشبك
postural reflex	المنعكس الوضعي
posture	وضع
potassium	بوتاسيوم
potassium channels	أقنية البوتاسيوم
potential	كامن، الكامن
preganglionic	قبل العقدة
preload	العب القلبي
premotor area	الباحة قبل الحركية
presynaptic	قبل المشبك
prevertebral	قبل الفقار
primemover	المحرك الرئيسي
primary auditory area	الباحة السمعية الاولى
primary motor area	الباحة الحركية الاولى

primary visual area	الباحة البصرية الاولى
principle	مبدأ
production	انتاج
prgesterone	بروجسترون
prophase	الطول الاول
proprioception	مستقبل حسي عميق
proprioceptors	المستقبلات العميقة
prostacyclin	بروستاسايكلين
prostaglandin	بروستغلندين
prothrombin	بروترمبين
protoplasmic astrocyte cells	الخلايا النجمية الجبلي
proximal convoluted tubules	النيبيات المتلوية الدائرية
pseudounipolar neurones	العصبونات احادية القطب الكاذبة
pterygopalatin ganglion	العقدة الجناحية الحنكية
pulmonary circulation	الدوران الرئوي
pulmonary plexus	الصفيرة الرئوية
pulmonary valve	الصمام الرئوي
pulmonary ventilation	التهوية الرئوية
puls	النبض
pump	مضخة
pumping cation of the heart	الفعل المضخي للقلب
pupil	حدقة (بؤبؤ)
pus	قيح
putamen	الحاء
pyramid	هرم
pyramidal tracts	المسالك الهرمية

- Q -

quabiceps femoris muscle	العضلة رباعية الرؤوس الفخذية
quadriplegia	شلل الأطراف الأربعة (الشلل الرباعي)
quanine	كوانين
quotient	حاصل

- R -

radiation	اشعاع
rage	غضب
rate	معدل
reabsorption	إعادة امتصاص
reaction	تفاعل (ج : تفاعلات)
receptor	مستقبله (ج : مستقبلات)
recipient	مستلقي
recording	تسجيل
rectus femoris muscle	العضلة المستقيمة الفخذية
red blood cell (RBC)	كرية الدم الحمراء
red nucleus	النواة الحمراء
reflex	منعكس (ج : منعكسات)
reflex arch	قوس المنعكس
refractory period	دور الحرون
region	ناحية (ج : نواحي)
regulation	تنظيم
regurgitation	القلنس
relative refractory period	دور الحرون النسبي
relaxation	لاإمحاء
renal pelvis	حوض الكلية
renal suppression	الزرام
renal threshold	العتبة الكلوية
renin	رينين

repolarization	اعادة الاستقطاب
repulsion	طرد
reserpine	ريزرين
residual volume	الحجم المتبقي
respiration	تنفس
respiratory bronchioles	القصيبات التنفسية
respiratory membrane	الفشاء التنفسي
respiratory passages	الاممرارات التنفسية
respiratory system	الجهاز التنفسي
response	استجابته
resting membrane potential	كامن الفشاء اثناء الراحة
reticular formation	التكوين الشبكي
retroperitoneal	خلف الصفاق
rheobase level	مستوى قرارة التيار
rhythm	نظم
rhythmicity	منتظم
ribonucleic acid (RNA)	حمض نووي ريبي (رنا) حمض ريبونوكلييك
ribose	ريبوز
ribosome	ريباسه (ج : ريباسات)
rigor	صل
rigor mortis	صل رمي
roulax phenomenon	ظاهرة رولكس
rubrospinal tract	المسلك الحراوي النخاعي
sacral nerves	الاعصاب العجزية
sacral plexus	الضفيرة العجزية
saltatory conduction	التوصيل القفزي
sarcolemma	غلاف اللييف العضلي
sarcomer	قسم عضلي
sarcoplasm	هيولي الخلية العضلية
sarcoplasmic reticulum	شبكة الهيولي العضلية

satellite cells	الخلايا السائلة (الكوكبية)
satiety center	مركز الشبع
scalenus muscle	المضلة الاخمعية
scapular elevator muscles	المضلات الرافعة للوح الكتف
scar	ندبه
schwan cells	خلايا شفان
sciatic nerve	العصب الوركي
secretion	افراز
segmental bronchi	القصبات القطعية
semen	حس ، حاسة (ج : حواس)
sensory neuron	المصبون الحسي
sensory pathways	المسالك الحسية
serotonin	سروتونين
serous layer	الطبقة المصلية
serratus muscle	المضلة للنشارية
serum	مصل
sex	الجنس
sickle cell anemia	فقر الدم المنجلي
sign	علامة (ج : علامات)
sinkpoint	نقطة مغطس
sino - atrial node	المقعدة الجيبية الاذينية
skeletal muscle	عضلة هيكلية
skeletal muscle circulation	الدوران في المضلات الهيكلية
skin reactions	تفاعلات الجلد
smooth muscle	العضلة للمساء

sodium channels	أقنية الصوديوم
soleus muscle	المضلة الاخمعية
solutes	الذوائب
Soma	جسد (ج : اجساد)
soma – somatic synapse	مشبك جسد - جسدي
somatic nervous system	الجهاز العصبي الجسدي
somatic reflex	المنعكس الجسدي
somesthetic area	الباحة الجسدية
somesthetic association area	باحة الترابط الحسية الجسدية
source point	نقطة مصدر
spastic/paralysis	شلل تشنجي
spatial summation	تجمع حيزي
specific gravity	الكثافة النوعية
spheno-Palatine foramine	الثقبية الوتديه الحنكية
sphenoid bone	العظم الوتدي
sphincter	مصره (ج : مصرات)
sphygmomanometer	جهاز مقياس ضغط الدم
spike potential	سفاة الكامن
spinal tracts	المسالك النخاعية
spinothalamic pathway	المسلك النخاعي المهادي
spirometer	جهاز مقياس التنفس
splanchnic nerves	الاعصاب الحشوية
staircase effect	التأثير السلقي
stenosis	تضييق
sternognosis	الحس الجسم
sternocleidomastoid muscle	المضلة القصبية الترقوية الحشائية
stethoscop	سماعه
stimulus	منبه (ج : منبهات)
streamline	صفائحي ، طبقي
strength duration curve	منحنى فترة الشده

stretch receptors	مستقبلات المط
striated muscle	عضلة غططية
stroke volume	حجم الضربة
subarachnoid space	الحيز تحت العنكبوتي
subconscious	دون الشعور
submandibular ganglion	العقدة تحت الفك السفلي
substantia nigra	المادة السوداء
subthamic nucleus	النواة دون المهاد
subthreshold stimulus	المنبه تحت العتي
sulcus	تلم (ج : اتلام)
summation	تركب
superior sagittal sinus	الجيب السهمي العلوي
supply	تجهيز
supra threshold stimulus	المنبه فوق العتي
surfactant	الفعل بالسطح
swelling	تورم
sympathetic nerves	الاعصاب الودية
sympathetic trunk	الجذع الودي
synaptic cleft	فلح الشبك
synaptic delay	اجل المشبك
synaptic fatigue	تعب المشبك
synaptic knob	العقدة المشبكية
synaptic vesicle	الحويصلة المشبكية
synaptic	موآزره
systemic circulation	الدوران الجموعي
systole	انقباض

tapping	تقرات
tectospinal tract	المسلك السفني النخاعي
telophase	الطور الانتهائي
temporal bone	العظم الصدغي
temporal lobe	الفص الصدغي
temporaro summation	تجمع وقي
tendon	وتر (ج : أثار)
tentorium cerebelli	غبة المخيخ
terminal bronchioles	القصبية النهائية
termination	نهاية ، انتهاء
tetanic contraction	التقلص الكزازي
thalamus	المهاد
therapy	مداوات
thermoceptors	المستقبلات الحرارية
thermostat	ناظم الحرارة
theta waves	موجات ثيتا
thiazide	ثيازيد
thick filaments	الخيوط الغليظة
thin filaments	الخيوط الدقيقة
thirst	العطش
thirst center	مركز العطش
thoracic	صدري
thoracic nerves	الأعصاب الصدرية
threshold stimulus	المنبه العتبي
thrombin	ترمبين (خثرين)
thromboplastin	ترمبولاستين
thrombocyte	صفيحه (ج : صفيحات)
thymine	ثيمين

thymus	التوتة
tibialis anterior muscle	العضلة الضنوبية الامامية
tidal volume	الحجم المدي
tone	توتر
tonsil	لوزة (ج : لوز)
toxin	ذيفان
trachea	الرغامى
tract	سبيل (ج : سبل) ، مسلك (ج : مسالك)
transfer RNA (RNA)	الرنا النقال
translation	ترجمة
transplantation	اغتراس ، غرس
transport mechanism	اليه النقل
transverse fibers	الالياف المستعرضة
transverse fissure	شق المستعرض
transverse tubules (T-tubules)	النيبيات المستعرضة
trapezius muscle	العضلة شبه المنعرفة
trauma	رضح (ج : رضوح)
tremor	الرعاش
treppe	السلبي
triade	مثلث
tricuspid valve	الصمام الثلاثي الشرف
trigeminal nerve	العصب الثلاثي التوائم
trochlear nerve	العصب البكري
troponin	تروبونين
tubule	نبيب (ج : نبيبات)
tumor	ورم
tunica adventitia	الغلالة البرانية
tunica intima	الغلالة الداخلية
tunica media	الغلالة الوسطانية
turbulent flow	جريان دوامي
type	نط (ج : انماط)

-II-

unipennate	احادي الريشه
unipolar	احادي القطب
unipolar neuron	عصبون احادي القطب
unipolar recording	التسجيل ذو القطب الواحد
universal	عمومي
unmyelinated nerve fibers	الالياف العصبية عديمة الغمد النخاعي
unstriated muscle	المضلات الغير مخططة
upper motor neuron	المصبون المحرك العلوي
uracil	يوراسيل
urea	يوريا
ureter	حالب
urethra	احليل
urinary system	الجهاز البولي
utilization time	مدة الاستنفاذ

-V-

vacuole	فجوة (ج : فجوات)
vagus nerve	المبهم
valve	صمام
vascular fluid	السائل الوعائي
vascular reactions	تفاعلات الاوعية
vasomotor	محرك وعائي
vasopressin	فازوبريسين
vein	وريد
vena cava	الوريد الاجوف
venous pressure	الضغط الوريدي

venous return	العود الوريدي
ventilation	تهوية
ventral ramus	الفرع البطني
ventricle	بطين
vertebrae	فقره
vertebral	النفق الفقري
vesicle	حويصلة (ج : حويصلات)
vessel	وعاء
vestibular nucleus	النواة الدهليزية
vestibulo – cochlear nerve	العصب الدهليزي القوقعي
vestibulospinal tract	المسلك الدهليزي النخاعي
vibration	اهتزاز
virus	حمى (ج : احمات)
visceral brain	الدماغ الحشوي
visceral effector	المستفعل الحشوي
visceral muscles	المضلات الحشوية
visceral reflex	المنعكسات الحشوية
visceroreceptors	المستقبلات الحشوية
viscosity	لزوجة
visual association area	باحة الترابط الابصارية
vital capacity	السعة الحياتية
vital substances	المواد الحياتية
vitamine	فيتامين
voice box	صندوق الصوت
volume	حجم
voluntary muscle	عضلة ارادية
vomiting	التقيء

- W -

wheel

انتبار

white blood cells (WBC)

كريات الدم البيضاء

white matter

المادة البيضاء

white rami communicant

فروع بيضاء اتصاليه

withdrawal reflex

منكس السحب

- Z -

zygotene

الدور الازدواجي

معجم المصطلحات (عربي - انكليزي)

- ١ -

Osmotic diuresis	١ . الأباله التناضحية
Aorta	٢ . الأجر
Leukemia	٣ . ابيضاض الدم
Lymphatic Leukemia	٤ . ابيضاض لمفي
Myelogenous Leukmia	٥ . ابيضاض تقوى المنشأ
Epinephrine	٦ . ابينفرين
Atpase	٧ . اتياز
Lead	٨ . اتجاه
Junction	٩ . اتصال
Muscle attachment	١٠ . اتصال العضلات
Mamillary bodies	١١ . الاجسام الحلمية
Synaptic delay	١٢ . اجل المشبك
Unipennate	١٣ . احادي الريشه
Unipolar	١٤ . احادي القطب
Pinocytosis	١٥ . احتشاء
Infarction	١٦ . احتشاء
Urethra	١٧ . احليل
Cross matching	١٨ . اختبار التوافق
Adenosine triphosphate (ATP)	١٩ . ادينوسين ثلاثي الفسفات
Adenine	٢٠ . ادينين
Atrium	٢١ . اذين
Relaxation	٢٢ . ارتخاء
Allergy	٢٣ . الارجيه
Erythroblast	٢٤ . أرومة الحمراء
Depolarization	٢٥ . ازالة الاستقطاب
Detoxification	٢٦ . ازالة السمية
Homeostasis	٢٧ . الاستتياب

Excitability	٢٨ . استثارية
Response	٢٩ . استجابة
Local response	٣٠ . الاستجابة الموضعية
Essential	٣١ . اساسي - ضروري
Investigation	٣٢ . استقصاء
Metabolism	٣٣ . استقلاب - ايض
Fat metabolism	٣٤ . استقلاب الشحوم
Acetyl choline	٣٥ . استيل كولين
Isovolumetric	٣٦ . اسوي الحجم
Inclusion	٣٧ . اشتال (ج : اشتالات)
Radiation	٣٨ . اشعاع
Origin	٣٩ . الاصل
Heart Sounds	٤٠ . اصوات القلب
Korotkove - pounds	٤١ . اصوات كورتكوف
Antibodies	٤٢ . الاضداد
Disorder	٤٣ . اضطراب
Repolarization	٤٤ . اعادة الاستقطاب

Reabsorption	٤٥ . اعادة الامتصاص
Splanchnic nerves	٤٦ . الاعصاب الحشوية
Thoracic nerves	٤٧ . الاعصاب الصدرية
Sacral nerves	٤٨ . الاعصاب العجزية
Coccygeal nerves	٤٩ . الاعصاب العصصية
Cervical nerves	٥٠ . الاعصاب العنقية
Cranial nerves	٥١ . الاعصاب القحفية
Lumbar nerves	٥٢ . الاعصاب القطنية
Parasympathetic nerves	٤٣ . الاعصاب اللاودية
Cardiac Acceleratory nerves	٥٤ . الاعصاب التسرعة للقلب
Sympathetic nerves	٥٥ . الاعصاب الودية
Intercostal nerves	٥٦ . الاعصاب الوربية (الصدرية)

Transplantation	٥٧ . اغتراس ، غرس
Lesion	٥٨ . آفة (ج افات)
Secretion	٥٩ . افراز
Neurosyphilis	٦٠ . الافرنجي العصبي
Excitation – contraction coupling	٦١ . اقتران الاستشارية التقلصية
Intercalated discs	٦٢ . الاقراص المقحمة
Potassium channels	٦٣ . اقنية البوتاسيوم
Sodium channels	٦٤ . اقنية الصوديوم
Actin	٦٥ . اكتين
Oxidation	٦٦ . الاكسدة
Oxyhemoglobin	٦٧ . اكسي هيموغلوبين
Alveolar sacs	٦٨ . الاكياس السنخية
colliculus	٦٩ . اكبة
Inflammation	٧٠ . التهاب
Poliomyelitis	٧١ . التهاب سنجابية النخاع
Alpha	٧٢ . ألفا
Pain	٧٣ . ألم
Ischemic pain	٧٤ . ألم أقفاري
Perkinji fibers	٧٥ . الياف بيركنجي
Myelinated nerve fibers	٧٦ . الالياف العصبية ذوات الغمد النخاعي
unmyelinated nerve fibers	٧٧ . الالياف العصبية عديمة الغمد النخاعي
Transverse fibers	٧٨ . الالياف المستعرضة
Lipofuscin	٧٩ . اللايوفوسين
Mechanism	٨٠ . آلية
Oxyger debt mechanism	٨١ . آلية دين الاكسجين
Nervous mechanism	٨٢ . الآلية العصبية
[Transport mechanism	٨٣ . آلية النقل

Passive transport mechanism	٨٤ . آلية النقل للمنغمة
Dura matter	٨٥ . الام الجافية
Pia matter	٨٦ . الام الحنون
Passive filling	٨٧ . الامتلاء المنفعل
Respiratory passages	٨٨ . الامارات التنفسية
Conduction passagres	٨٩ . امرايت التوصيلية
Brain waves	٩٠ . امراج الدماغ
Diastole	٩١ . انبساط
Production	٩٢ . انتاج
Diffusion	٩٣ . انتشار
Carrier mediated diffusion	٩٤ . انتشار بواسطة الحلة
Angiotensin	٩٥ . انجيوتنسين
Hemolysis	٩٦ . انحلال الدم
Autolysis	٩٧ . انحلال ذاتي
'Chromatolysis	٩٨ . انحلال الكروماتين
Intoxication	٩٩ . انسعام
Enzyme	١٠٠ . انظيم (ج : انظيمات)
iFibrinolytic enzymes	١٠١ . انظيمات حالة الليفين
Arrhythmia	١٠٢ . اللانظمية - اضطراب النظم
Angstrom	١٠٣ . انفسروم
Systole	١٠٤ . انقباض
Meosis	١٠٥ . انقسام اتصافي
Cell division	١٠٦ . انقسام الخلية
Mitosis	١٠٧ . انقسام قتيبي
Clot retraction	١٠٨ . انكاش الجلطة
Autodigestion	١٠٩ . انهضام ذاتي
Vibration	١١٠ . اهتزاز
Oxytocin	١١١ . اوسيتوسين
Lymphatic vessels	١١٢ . الاوعية اللمفية

Positive after potential
Estrogen
Eosin

١١٣ . الايجابي بعد الكامن
١١٤ . ايسروجين
١١٥ . ايوسين

- ب -

ph
Area
Association areas
Visual association area
Somesthetic association area
Auditory association area
Primary visual area
Somesthetic area
Motor area
Primary motor area
Sensory area
Area of special senses
General sensory area
Gustatory area
Primary auditory area
Olfactory area
Premotor area
Language area
Gnostic area
Barbiturates
Prothombin
Glycoprotein
Progesterone
Axon hillock

١ . الباهاء
٢ . باحة (ج : باحات)
٣ . باحات الترابط
٤ . باحة الترابط الابصارية
٥ . باحة الترابط الحسية الجسدية
٦ . باحة الترابط السمعية
٧ . الباحة الابصارية الاولى
٨ . الباحة الجسدية
٩ . باحة حركية
١٠ . الباحة الحركية الاولى
١١ . الباحة الحسية
١٢ . الباحة الحسية الخاصة
١٣ . الباحة الحسية العامة
١٤ . باحة الذوق
١٥ . الباحة السمعية الاولى
١٦ . الباحة الشمية
١٧ . الباحة قبل الحركية
١٨ . باحة اللغة
١٩ . باحة المعرفة
٢٠ . البريتورات
٢١ . بروترومين
٢٢ . بروتين سكري
٢٣ . بروجسترون
٢٤ . بروز الهوار

Prostacyclin	٢٥ . بروتاسايكين
Prostaglandin	٢٦ . بروتستغلندين
Lumber puncture	٢٧ . البزل القطني
Medulla Oblongata	٢٨ . البصلة
Ventricle	٢٩ . بطين
Post synaptic	٣٠ . بعد الشبك
Post ganglionic	٣١ . بعد العقدة
Plasma	٣٢ . بلازما (مصورة)
Blood plasma	٣٣ . بلازما (مصورة) الدم
Nucleoplasm	٣٤ . البلازما النووية
Macrophage	٣٥ . بلمع (ج : بلاعم)
Phagocytosis	٣٦ . بلعمة
Pharynx	٣٧ . البلعوم
Laryngopharynx	٣٨ . البلعوم الحنجري
Nasopharynx	٣٩ . البلعوم الانفي (الحنثوم)
Dyspnea	٤٠ . حير
Polyuria	٤١ . بوال
Potassium	٤٢ . بوتاسيوم
DNA – polymerase	٤٣ . بوليمراز الدنا
Albumin	٤٤ . البومين
Atriopeptin	٤٥ . الببتيد الاذيني

ت -

Effect	١ . تأثير
Staircase effect	٢ . التأثير السلبي
Pericardial sac	٣ . التامور
Micturition	٤ . التبول
Clot	٥ . تجلط
Spatial summation	٦ . تجمع حيزي

Temporary summation`	٧ . تجمع وقي
Supply	٨ . تجهيز
Coagulation	٩ . تخثر
Blood coagulation	١٠ . تخثر الدم
Agglutination	١١ . تراص
Translation	١٢ . ترجمة
Filtration	١٣ . ترشيح
Summation	١٤ . تركم
Histological structure	١٥ . التركيب النسيجي
Concentration	١٦ . تركيز
Thrombin	١٧ . ترمبين (خثرين)
Troponin	١٨ . تروبونين
Recording	١٩ . تسجيل
Unipolar recording	٢٠ . التسجيل ذو القطب الواحد
Bipolar recording	٢١ . التسجيل ذو القطبين
Chiasmata	٢٢ . تصالبات
Multiple sclerosis	٢٣ . التصلب المتعدد
Classification	٢٤ . تصنيف
Augmentation	٢٥ . تضخم
Cervical enlargement	٢٦ . التضخم العنقي
Lumber enlargement	٢٧ . التضخم القطني
Stenosis	٢٨ . تضيق
Coarcttion of the aorta	٢٩ . تضيق الأهر
Crossing over	٣٠ . التعابر
Muscle fatigue	٣١ . تعب العضلة
syaptic fatigue	٣٢ . تعب المشبك
Cholinergic sympathetic innervation	٣٣ . التعصب الودي الكوليني الفعل
Noradrenergic	٣٤ . التعصب الودي النوراد ريناليني الفعل

sympathetic innervation	٣٥. التعود
Adaptation	٣٦. تفصين (ج : تفصينات)
Dendrite	التقاط خلوى
Exocytosis	٣٧. تفاعل (ج : تفاعلات)
Reaction	٣٨. تفاعل التآقي
Anaphylactic reaction	٣٩. تفاعل مستضدى - ضدى
Antigen - Antibody reaction	٤٠. تفاعلات الاوعية
Vascular reactions	٤١. تفاعلات الجلد
Skin reactions	٤٢. تفاعلات الدم
Buffering reactions	٤٣. تفرض
Crenation	٤٤. التقام خلوى
Endocytosis	٤٥. تقنع
Contracture	٤٦. تقلص
Contraction	٤٧. تقلص اسوى التوتر
Isotonic contraction	٤٨. تقلص اسوى المقاسات
Isometric contraction	٤٩. التقلص الكزازي
Tetanic contraction	
Reticular formation	٥٠. التكوين الشبكي
Gyri	٥١. تلافيف
Gyrus	٥٢. تلفيف (ج : تلافيف)
Postcentral gyrus	٥٣. التلفيف بعد المركزي
Cingulate gyus	٥٤. التلفيف الحزامي
Hipocampal gyrus	٥٥. التلفيف الحصيني
Sulcus	٥٦. تلم (ج : أتلأم)
Lateral sulcus	٥٧. التلم الجانبي
Occipito - parietal sulcus	٥٨. التلم القذالي الجداري
Exercise	٥٩. تمرين (ج : تمارين)
Discrimination	٦٠. تميز
Coordination	٦١. تناسق

Osmosis	٦٢ . تناضح
Direct stimulation	٦٣ . التنبيه المباشر
Regulation	٦٤ . تنظيم
Intrinsic regulation	٦٥ . التنظيم داخلي المنشأ
Autoregulation	٦٦ . التنظيم الذاتي
Autonomic regulation	٦٧ . التنظيم المستقل
Heterometric regulation	٦٨ . التنظيم مغاير الطول
Homometric regulation	٦٩ . التنظيم مماثل الطول
Respiration]	٧٠ . تنفس
Eupnea	٧١ . تنفس هادي
Ventilation	٧٢ . تهوية
Pulmonary ventilation	٧٣ . التهوية الرئوية
Equilibrium	٧٤ . توازن
Thymus	٧٥ . التوتة
Tone	٧٦ . توتر
Muscle tone	٧٧ . توتر عضلي
Swelling	٧٨ . تورم
One – way conduction	٧٩ . التوصيل احادي الاتجاه
Conduction of action potential	٨٠ . توصيل الفعل الكامن
Salutory conduction	٨١ . التوصيل القفزي
Conductivity	٨٢ . التوصيلية
Positive electrical current	٨٣ . تيار كهربائي موجب

- ث -

Adenosine Diphosphate	١ . ثنائي فسفات الادينوزين
Diphosphoglycerol	٢ . ثنائي فسفات الكليسيرول
Spheno – palatine foramine	٣ . الثقبية الوندية الحنكية
Bipolar	٤ . ثنائي القطب

Bipennate	٥ . ثنائية الريشة
Thiazide	٦ . تيازيد
Thymine	٧ . ثيمين

- ج -

Paravertebral	١ . جانب الفقار
Anterior root	٢ . الجذر الامامي
Posterior root	٣ . الجذر الخلفي
Brain stem	٤ . جذع الدماغ
Sympathetic trunk	٥ . الجذع الودي
Bursa fabricius	٦ . جراب فابريسيوس
Bacteria	٧ . جراثيم
Local current flow	٨ . جريان التيار الموضعي
Blood flow	٩ . جريان الدم
Turbulent low	١٠ . جريان دوامي
Soma	١١ . جسد (ج : اجساد)
Nerve soma	١٢ . جسد الخلية العصبية
Pones	١٣ . الجسر
Corpus callosum	١٤ . الجسم الثفني
Calivary body,	١٥ . الجسم الزيتوني
Corpus striatum	١٦ . الجسم المخطط
Central body	١٧ . الجسم المركزي
Centrosome	١٨ . الجسم المركزي
Lysosome	١٩ . جسم حال (ج : جسيمات حالة)
Nissl bodies	٢٠ . جسيمات نسل
Dehydration	٢١ . جفاف الجسم
Sex	٢٢ . الجنس
Urinary system	٢٣ . الجهاز البولي
Electroencephalogram (EEG)	٢٤ . جهاز تخطيط كهربائية الدماغ
Respiratory system	٢٥ . الجهاز التنفسي

Conductive system	٢٦ . جهاز التوصيل
Limbic system	٢٧ . الجهاز الحوفي
Nervous system	٢٨ . الجهاز العصبي
Somatic nervous system	٢٩ . الجهاز العصبي الجسدي
Central nervous system	٣٠ . الجهاز العصبي المركزي
Autonomic nervous system	٣١ . الجهاز العصبي المستقل
Endocrine system	٣٢ . جهاز الغدد الصم
Lymphatic system	٣٣ . الجهاز اللمفي
Juxtaglomerular apparatus	٣٤ . جهاز مجاور الكبيبة
Phonocardiogram	٣٥ . جهاز غطط أصوات القلب
Spirometer	٣٦ . جهاز مقياس التنفس
Sphygmomanometer	٣٧ . جهاز مقياس ضغط الدم
Cathod - ray oscilloscope	٣٨ . جهاز منظار ذنبية الشعاع المهبطي
'Contra lateral'	٣٩ . الجهة المقابلة
Physical stress	٤٠ . الجهد الفيزيائي
Pleural cavity	٤١ . الجوف الجنبوي
Nasal cavities	٤٢ . الجوفان الانفيا ن
Superior sagittal sinus	٤٣ . الجيب السهمي

- ح -

Blood - brain barrier	١ . حائل دموى دماغي
Acute	٢ . حاد
Quotient	٣ . حاصل
Contractility state	٤ . الحالة التقلصية
Ureter	٥ . حالب
Glucose carrier	٦ . حامل الغلوكوز
Aphasia	٧ . الحبسة

Pigmentary granules	٨ . حبيبات صبغية
Granule	٩ . حبيبة (ج : حبيبات)
Muscle dystrophy	١٠ . الخلل العضلي
Diaphragm	١١ . الحجاب
Volume	١٢ . الحجم
Expiratory reserve volume	١٣ . الحجم الاحتياطي الزفيري
Inspiratory reserve volume	١٤ . الحجم الاحتياطي للشهيق
End – diastolic ventricular blood volume	١٥ . حجم دم البطين نهاية الانبساط
End – systolic ventricular blood volume	١٦ . حجم دم البطين نهاية الانقباض
Stroke volume	١٧ . حجم الضربة
Packed cell volume	١٨ . حجم الكريات المرصومة
Residual volume	١٩ . الحجم المتبقي
Tiddal volume	٢٠ . الحجم المدي
Pupil	٢١ . حنقة (بؤبؤ)
Initial heat	٢٢ . الحرارة الأولية
Delayed aerobic heat	٢٣ . الحرارة المتأخرة الميهوائية
Delayed anaerobic heat	٢٤ . الحرارة المتأخرة اللاهوائية
Peristaltic movements	٢٥ . الحركات التمعجية
Motor	٢٦ . الحركي
Fasciuli	٢٧ . حزم
Bundle	٢٨ . حزمة
Fasciculè	٢٩ . حزمة
Interatrial band	٣٠ . الحزمة بين الاذنين
Intermodal bundle	٣١ . الحزمة بين العقدة
Bundle of Hiss	٣٢ . حزمة هس
Sense	٣٣ . حس، حاسة (ح : حواس)
Steriognosis	٣٤ . الحس الجسيم
Hipocampus	٣٥ . الحصين
Popliteal fossa	٣٦ . الحفرة المابضية

Oropharynx	٣٧ . الحلقوم
Hydrolysis	٣٨ . حلمة
Hay fever	٣٩ . حمى الكلا
Virus	٤٠ . حمه (ج : حات)
Eosinophile	٤١ . الحمضة
Gamma aminobutyric acid	٤٢ . حمض غاما امينوبيوتريك
Folic acid	٤٣ . حمض الفوليك
Hydrochloric acid	٤٤ . حمض الكوريدريك
Nucleic acid	٤٥ . حمض نووي
Deoxyribonucleic acid (DNA)	٤٦ . حمض نووي ريبي (دنا)
Ribonucleic acid (RNA)	٤٧ . حمض نووي ريبي (رنا) حمض ريبنوكليتك
Fatty acids	٤٨ . حموض دهنية
Amino acids	٤٩ . حمضينات
Carrier	٥٠ . الحاملة
Larynx	٥١ . الحنجرة
Renal Pelis	٥٢ . حوض الكلية
Vesicle	٥٣ . حويصلة (ح : حويصلات)
Synaptic vesicle	٥٤ . الحويصلة للشبكية
Compartment	٥٥ . حيز (ج : حيزات)
Subarachnoid space	٥٦ . الحيز تحت العنكبوتي
Dead space	٥٧ . الحيز الميت
Intercostal space	٥٨ . الحيز الوربي
Aerobic	٥٩ . حيوائي

- خ -

Isoelectric line	١ . الخط الكهروساوي
Retroperitoneal	٢ . خلف الصفاق
Mast cells	٣ . الخلايا البدينة
Endothelial cells	٤ . الخلايا الباطنية
Phagocytes	٥ . خلايا بلاعم
Oligodendroglia	٦ . الخلايا الدبقية القليلة التفرع
Satellite cells	٧ . الخلايا السائلة (الكوكبية)
Schwan cells	٨ . خلايا شوان
Lymphocytes	٩ . الخلايا اللمفاوية
Polymorphonuclear cells	١٠ . خلايا متعددة أشكال النواة
Juxtaglomerular cells	١١ . الخلايا مجاورة الكبيبة
Astrocyte cells	١٢ . الخلايا النجمية
Protoplasmic astrocyte cells	١٣ . الخلايا النجمية الجبلية
Fibrous astrocyte cells	١٤ . الخلايا النجمية الليفية
Cell	١٥ . الخلية
Nerve cells	١٦ . خلية عصبية
Infection	١٧ . خج
Physiological properties	١٨ . الخواص الفيزيولوجية
Tentorium cerebelli	١٩ . خيمة المخ
Thin filaments	٢٠ . الخيوط الدقيقة
Myofilaments	٢١ . الخيوط العضلية
Thick filaments	٢٢ . الخيوط الغليظة

- د -

Parkinson disease	١ . داء بركنسون
Buffer	٢ . دارئ
Neuroglia	٣ . الدبق العصبي

Microglia	٤ . الدبق العصبي الصفري
Impulse	٥ . دفعة (ج: دفعات)
Blood	٦ . الدم
Brain	٧ . الدماغ
Emotional brain	٨ . الدماغ الانفعالي
Diencephalione	٩ . الدماغ البيني
Visceral brain	١٠ . الدماغ الحشوي
Mesencephalone	١١ . الدماغ المتوسط
Mid brain	١٢ . الدماغ المتوسط
Dnase	١٣ . دناز
Dopamine	١٤ . دوبامين
Zygote	١٥ . الدور الازدواجي
Diploene	١٦ . الدور التضاعفي
Pachytene	١٧ . الدور التغلفطي
Diakinesis	١٨ . الدور الحركي
Refractory period	١٩ . دور الحرون
Absolute refractory period	٢٠ . دور الحرون المطلق
Relative refractory period	٢١ . دور الحرون النسبي
Leptotene	٢٢ . الدور القلادي
Latent period	٢٣ . الدور الكامن
Circulation	٢٤ . دوران
Coronary circulation	٢٥ . الدوران الاكليلي
Cutaneous circulation	٢٦ . الدوران الجلدي
Pulmonary circulation	٢٧ . الدوران الرئوي
Skeletal muscle circulation	٢٨ . الدوران في العضلات الهيكلية
Systemic circulation	٢٩ . الدوران المجموعي
Cardiac cycle	٣٠ . الدورة القلبية
Krebs cycle	٣١ . دورة كريس
Aldosterone	٣٢ . الدوستيرون

Subconscious	٣٣ . دون الشعور
Digitalis	٣٤ . ديجيتالس
Hemodynamics	٣٥ . دينميكيات الدم (حركة الدم)

- ذ -

Pneumonia	١ . ذات الرئة (الالتهاب الرئوي)
Automaticity	٢ . ذاتيا
Angina pectoris	٣ . الذبحة الصدرية
Solutes	٤ . الذوائب
Toxin	٥ . ذيفان
Cauda equina	٦ . ذيل الحصان

- ر -

Agglutinin	١ . راصة (ج : اراصات)
Lung	٢ . رئة
Fibrillation	٣ . رجفان
Loose	٤ . رخو
Trauma	٥ . رضح (ج : رضوح)
Tremor	٦ . الرعاش
Trachea	٧ . الرغامى
Fasciculation	٨ . رفقان
Messenger RNA (mRNA)	٩ . الرنا المرسال
Transfer RNA (tRNA)	١٠ . الرنا النقل
Ataxia	١١ . الرنح
Ribosome	١٢ . ريباسة (ج : ريباسات)
Ribose	١٣ . ريبوز
Reserpine	١٤ . ريزرپين
Pennate	١٥ . ريشي
Renin	١٦ . رنين

- ز -

Cyanosis	١ . الزراق
Unuria	٢ . زرام
Renal suppression	٣ . الزرام
Arachnoid villi	٤ . الزغابات العنكبوتية
Microvilli	٥ . الزغيبات
Expiration	٦ . زفير
Blood groups	٧ . زمر الدم
Chronaxie	٨ . الزمن
Chlorid shift	٩ . الزيمان الكلوري
Pleural fluid	١ . السائل الجنبوى
Extracellular fluid	٢ . السائل خارج الخلايا
Interstitial fluid	٣ . السائل الخلالي
Intracellular fluid	٤ . السائل داخل الخلايا
Cerebrospinal fluid	٥ . السائل النخاعي
Vascular fluid	٦ . السائل الوعائي
Tract	٧ . سبيل (ج : سبل)
Meninges	٨ . سحايا
Placenta	٩ . السعد
Platelets plug	١٠ . سدادة الصفيحات
Erythrocyte	١١ . سرعة تثفل الكريات الحمر
Sedimentation rate (ESR)	
capacity	١٢ . سعة
Vital capacity	١٣ . السعة الحياتية
Spike potential	١٤ . سفاة الكامن
Aponeurosis	١٥ . سفاق (ج : سفق)
Cerebrovascular accident	١٦ . السكتة

Carbohydrate	١٧ . سكريات
Negative after potenial	١٨ . السلمي بعد الكامن
Treppe	١٩ . السلمي
Butulinus toxin	٢٠ . السم الوشيقي
Stethoscope	٢١ . سحاة
Periostaeum	٢٢ . السمحاق
Alveolus	٢٣ . سنخ (ج : اسناخ)
Inferior cerebellar poduncle	٢٤ . السويق المخيخي الاسفل
Cerebral peduncles	٢٥ . السويقات المخية
Cytosine	٢٦ . سيتوزين
<u>Serotonin</u>	٢٧ . سيروتونين

- ش -

Agonist	١ . شادة
Network of neurons	٢ . شبكة من الاعصاب
Sarcoplasmic reticulum	٣ . شبكة الهيولى العضلية
Endoplasmic reticulum	٤ . الشبكة الهيولية الباطنة
Phospholipids	٥ . الشحميات الفسفورية
Paleness	٦ . شحوب
Dermatomes	٧ . الشدقات الجلدية
Interlobar arteries	٨ . شرايين بين الفصوص
interlobular arteries	٩ . شرايين بين الفصيصات
Arcuate arteries	١٠ . الشرايين المقوسة
Artery	١١ . شريان
Common carotid artery	١٢ . الشريان السباتي الاصلي
Internal carotid artery	١٣ . الشريان السباتي الباطني
Arteriole	١٤ . شرينات (ج : شرينات)
Peritubular capillaries	١٥ . الشعيرات بين النبيبات
Blood capillaries	١٦ . الشعيرات الدموية
Capillary	١٧ . شعيرة (ج : شعيرات)

Endocardium	١٨ . الشفاف
Fissure	١٩ . شق (ج : شقوق)
Chromatid	٢٠ . شق الصبغي
Longitudinal fissure	٢١ . الشق الطولي
Transverse fissure	٢٢ . الشق المستعرض
Quadriplegia	٢٣ . شلل الاطراف الاربعة
Spastic paralysis	٢٤ . شلل تشنجي
Flaccid paralysis	٢٥ . الشلل الرخو
Paraplegia	٢٦ . شلل سفلي (شلل نصف سفلي)
Familial periodic paralysis	٢٧ . الشلل العائلي الدوري
Cerebral palsy	٢٨ . شلل المخ
Inspiration	٢٩ . شهيق

- ص -

Efferent	١ . صادر
Bile pigment	٢ . الصبغة الصفراء
Melanin pigment	٣ . صبغة الميلانين
Chromosome	٤ . صبغي (ج : صبغات)
Thoracic	٥ . صدري
Epilepsy	٦ . الصرع
Laminar	٧ . صفائحي
Stream line	٨ . صفائحي ، طبقي
Peritonium	٩ . الصفاق
Epimysim	١٠ . صفاق العضلة
Platelet	١١ . صفحة (ج : صفحات)
Thrombocyte	١٢ . صفيحة (ج : صفيحات)
Motor end plate	١٣ . الصفيحة الحركية الانتهازية
Valve	١٤ . صمام

Aortic valve	١٥ . الصمام الأبهري
Mitral valve	١٦ . الصمام التاجي
Tricuspid valve	١٧ . الصمام الثلاثي الشرف
Pulmonary valve	١٨ . الصمام الرئوي
Atrio - ventricular valves	١٩ . الصمامات الأذينية البطينية
Rigor	٢٠ . صعل
Rigor motis	٢١ . صعل رمي
Voice box	٢٢ . صندوق الصوت
Cisterna	٢٣ . صهرج
Muscle hypertrophy	١ . الضخامة العضلية
Effective filtration pressure	٢ . الضغط الترشيحي الفعال
Osmotic pressure	٣ . الضغط التناضحي
Blood pressure	٤ . ضغط الدم
Blood osmotic pressure	٥ . ضغط الدم التناضحي
Femoral blood pressure	٦ . ضغط الدم الفخدي
Blood hydrostatic pressure	٧ . ضغط الدم المائي السكوني
General systemic blood pressure	٨ . ضغط الدم المجموعي العام
Capsular hydrostatic pressure	٩ . ضغط المحفظة المائي السكوني
Hydrostatic pressure	١٠ . ضغط الماء السكوني
Venous pressure	١١ . الضغط الوريدي
Central venous pressure	١٢ . الضغط الوريدي المركزي
Choroid plexuses	١٣ . الصفائر المشمية
Plexus	١٤ . صفيرة (ج : صفائر)
Pulmonary plexus	١٥ . الصفيرة الرئوية
Hypogastric plexus	١٦ . الصفيرة الحثلية
Sacral plexus	١٧ . الصفيرة العجزية

Brachial plexus	١٨ . الضفيرة العضدية
Cervical plexus	١٩ . الضفيرة العنقية
Lumbar plexus	٢٠ . الضفيرة القطنية
Celiac plexus	٢١ . الضفيرة القلبية
Disease atrophy	٢٢ . ضمور عدم الاستعمال
Muscle atrophy	٢٣ . الضمور العضلي
Denervated atrophy	٢٤ . ضمور قطع الاعصاب

- ط -

Energy	١ . طاقة
Parietal layer	٢ . الطبقة الجدارية
Serous layer	٣ . الطبقة المصلية
Repulsion	٤ . طرد
Limb	٥ . طرف (ج : اطراف)
Palpatory	٦ . طريقة الجس
Auscultatory method	٧ . الطريقة السمعية
Indirect method	٨ . الطريقة الغير المباشرة
Direct method	٩ . الطريقة المباشرة
Telophase	١٠ . الطور الانتهائي
Prophase	١١ . الطور الاول
Metaphase	١٢ ، الطور الثاني
Anaphase	١٣ . طور الصعود
Ejection phase	١٤ . طور القذف

- ظ -

Perineurium	١ . ظهارة الحزمة
Factor	١ . عامل (ج : عوامل)
Intrinsic factor	٢ . عامل داخلي المنشأ
Atrial natriuretic factor	٣ . العامل المفرغ للصوديوم
Post load	٤ . العبء اليمدئ
Renal threshold	٦ . العتبة الكلوية
Neutrophil	٧ . العدلة (ج : عدلات)
Aggression	٨ . العدوان
Polypeptide	٩ . عديد الببتيد
Intermittent claudication	١١ . العرج المتقطع
Achilles tendon	١١ . المرقوب
Loop of henli	١٢ . عروة هنلي
Accessory nerve	١٣ . العصب الاضافي
Optic nerve	١٤ . العصب البصري
Trochlear nerve	١٥ . العصب البكري
Hypoglossal nerve	١٦ . العصب تحت اللساني
Trigeminal nerve	١٧ . العصب الثلاثي التوائم
Phrenic nerve	١٨ . العصب الحجابي
Vestibulo - cochlear nerve	١٩ . العصب الدهليزي القوقعي
Auditory nerve	٢٠ . العصب السمي
Olfactory nerve	٢١ . العصب الشمي
Ophthalmic nerve	٢٢ . العصب العيني
Maxillary nerve	٢٣ . عصب الفك العلوي
Glossopharyngeal nerve	٢٤ . العصب اللساني البلعومي
Vagus nerve	٢٥ . العصب المبهم
Oculomotor nerve	٢٦ . العصب المحرك للعين
Sciatic nerve	٢٧ . العصب الوركي

Neuron	٢٨ . عصبون (ج : عصبونات)
Unipolar neuron	٢٩ . عصبون احادي القطب
Association neuron	٣٠ . عصبون ترابط
Sensory neuron	٣١ . العصبون الحسي
Motor neuron	٣٢ . عصبون حركي
Bipolar neuron	٣٣ . عصبون ذو قطبين
Efferent neuron	٣٤ . عصبون صادر
Lower motor neuron	٣٥ . العصبون المحرك السفلي
Pseudo unipolar neurons	٣٦ . العصبونات احادية القطب الكاذبة
Multipolar neurons	٣٧ . العصبونات متعددة الاقطاب
Afferent neurons	٣٨ . العصبونات الواردة
Connector neurons	٣٩ . العصبونات الوصلية
Neurogenic	٤٠ . عصبي المنشأ
Coccygeal	٤١ . عصصي
Abdominal muscles	٤٢ . العضلات البطنية
Expression muscles	٤٣ . العضلات التعبيرية
Visceral muscles	٤٤ . العضلات الحشوية
Scapular elevator muscles	٤٥ . العضلات الرافعة للوح الكتف
Deep muscles	٤٦ . العضلات العميقة
Unstriated muscles	٤٧ . العضلات الغير مخططة
Smooth muscles	٤٨ . العضلات للمساء
Erectus muscles	٤٩ . العضلات الناصبة
Muscle	٥٠ . عضلة ، عضل
Soleus muscle	٥١ . العضلة النعلية
Scalenus muscle	٥٢ . العضلة الاخيمية
Voluntary muscle	٤٣ . عضلة ارادية
Flexor digitorum longus	٥٤ . العضلة الثانية للاصابع
Deltoid muscle	٥٥ . العضلة الدالية
Biceps muscle	٥٦ . العضلة ذات الرأسين
Biceps brachii muscle	٥٧ . العضلة ذات الرأسين العضدية

Quadriceps femoris muscle	٥٨ . العضلة رباعية الرؤوس الفخذية
Gastronemius muscle	٥٩ . عضلة الساق
Trapezius muscle	٦٠ . العضلة شبه المنحرفة
Tibialis anterior	٦١ . العضلة الضنوبية الامامية
Myocardium	٦٢ . عضلة القلب
Sternocleido mastoid muscle	٦٣ . العضلة القصية الترقوية الخشائية
Involuntary muscle	٦٤ . عضلة لا ارادية
Flexor pollicis longus	٦٥ . العضلة المثنية للإبهام الطويلة
Striated muscle	٦٦ . عضلة مخططة
Rectus femoris muscle	٦٧ . العضلة المستقيمة الفخذية
Plain muscles	٦٨ . العضلات الملساء
Serratus muscle	٦٩ . العضلة المنشارية
Skeletal muscle	٧٠ . عضلة هيكلية
Muscular	٧١ . عضلي
Myogenic	٧٢ . عضلي المنشأ
Organelle	٧٣ . عضلي (ج : عضيات)
Thirst	٧٤ . العطش
Parietal bone	٧٥ . العظم الجداري
Temporal bone	٧٦ . العظم الصدغي
Ethmoid bone	٧٧ . العظم الغربالي
Occipital bone	٧٨ . العظم القذالي
Sphenoid bone	٧٩ . العظم الوتدي
Ganglia	٨٠ . عقد
Lateral gaglia	٨١ . العقد الجانبية
Intramural ganglia	٨٢ . العقد داخل الجدار
Basal ganglia	٨٣ . العقد القاعدية
Collateral ganglia	٨٤ . العقد الجانبية
Masenteric ganglia	٨٥ . العقد المساريقية
Ganglion	٨٦ . عقدة
Otic ganglion	٨٧ . العقدة الاذنية

Atrio – ventricular node
 Submandibular node
 Pterygopalatin ganglion
 Celiac ganglion
 Sino – atrial node
 Node of Ranvier
 Synaptic node
 Ciliary ganglion
 Sign
 Babinski – sign
 Age
 Universal
 Cervical
 Arachnoid
 Neural factors
 Chemical factors
 Venous return

٨٨ . العقدة الاذنية البطينية
 ٨٩ . العقدة تحت الفك السفلي
 ٩٠ . العقدة الجناحية الخنكية
 ٩١ . العقدة الجوفية
 ٩٢ . العقدة الجيبية الاذنية
 ٩٣ . عقدة رينفير
 ٩٤ . العقدة المشكية
 ٩٦ . العقدة الهدية
 ٩٧ . علامة (ج : علامات)
 ٩٨ . علامة بابنسكي
 ٩٩ . العمر
 ١٠٠ . عمومي
 ١٠١ . عنقي
 ١٠٢ . المنكبوتي
 ١٠٣ . العوامل العصبية
 ١٠٤ . العوامل الكيميائية
 ١٠٥ . المود الوريدي

- غ -

Dilsopropyl Furophosphate
 Gamma
 Nausia
 Endothelial Capsular membrane
 Plasma membrane
 Respiratory membrane
 Pleural membrane
 Cell membrane
 Hyaline membrane
 Neucleolemma
 Cartilage

١ . غاز الاعصاب
 ٢ . غاما
 ٣ . غثيان
 ٤ . الغشاء البطاني المحفطي
 ٥ . غشاء البلازما
 ٦ . الغشاء التنفسي
 ٧ . الغشاء الجنبوي
 ٨ . غشاء الخلية
 ٩ . الغشاء الزجاجي
 ١٠ . غشاء النواة
 ١١ . غضروف

Perimysium
Endomysium
Tunica adventitia
Tunica intima
Tunica media
Globulin
Glucose
Glycogen
Epineurium
Endoneurium
Neurolemma
Myelinated sheath

١٢ . غلاف الحزمة العضلية
١٣ . غلاف الليف العضلي
١٤ . الغلالة البرانية
١٥ . الغلالة الداخلية
١٦ . الغلالة الوسطانية
١٧ . غلوبين
١٨ . غلوكوز (سكر العنب)
١٩ . غليكوجين
٢٠ . الغمد العصبي
٢١ . غمد اللييف العصبي
٢٢ . غمد الليف العصبي
٢٣ . الغمد النخاعي

ف -

Vasopressin
Hemiplegia
Fibrinogen
Foramens magnum
Medial lamniscus
Nexus
Vacuole
Femoral
Capillary bed
Hyperpolarization
Hypersensitivity
Hypercapnia
Ventral ramus
Bundle branch
Meningeal branch

١ . فازوبرسين
٢ . فالج (شلل شقي)
٣ . الفبرينوجين
٤ . الفتحة الكبيرة
٥ . الفتيل الانسي
٦ . فجوة
٧ . فجوة (ج : فجوات)
٨ . فخذى
٩ . الفراش الشمعى
١٠ . فرط الاستقطاب
١١ . فرط التحسس
١٢ . فرط الكربمية
١٣ . الفرع البطنى
١٤ . فرع الحزمة
١٥ . فرع السحايا

Dorsal ramus	١٦ . الفرع الظهري
Communicant rami	١٧ . الفروع الاتصالية
White rami communicant	١٨ . فروع بيضاء اتصالية
Gap	١٩ . فسحة (فضوة)
Gap junction	٢٠ . فسحة التوصيل
Phosphate	٢١ . فسفات
Phosphorylation	٢٢ . فسفرة
Limbic lobe	٢٣ . الفص الحوفي
Temporal lobe	٢٤ . الفص الصدغي
Floculi – nodular lobe	٢٥ . الفص العقدي المتوج
Occipital lobe	٢٦ . الفص القذالي
Surfactant	٢٧ . الفعّال بالسطح
Action potential	٢٨ . الفعل الكامن
Pumping action of the heart	٢٩ . الفعل المضغي للقلب
Anemia	٣٠ . فقر الدم
Microcytic hypochromic anemia	٣١ . فقر الدم صغير الكريات
Megaloblastic anemia	٣٢ . فقر الدم ضخّم الاروم
Iron deficiency anemia	٣٣ . فقر الدم عوز الحديد
Macrocytic anemia	٣٤ . فقر الدم كبير الكريات
Aplastic anemia	٣٥ . فقر الدم اللانسيجي
Sickle cell anemia	٣٦ . فقر الدم المنجلي
Vertebrae	٣٧ . فقرة
Lumber vertebra	٣٨ . الفقرة القطنية
Synaptic cleft	٣٩ . فليح المشبك
Orifice	٤٠ . فوهة (ج : فوهات)
Body orifices	٤١ . فوهات الجسم
Vitamine	٤٢ . فيتامين
Physostigmine	٤٣ . فيسوستيكنين

- ق -

Law	١ . قانون
Poiseulles law	٢ . قانون بيسولي
Preganglionic	٣ . قبل المقدة
Prevertebral	٤ . قبل الفقار
Presynaptic	٥ . قبل المشبك
Cranio – sacral	٦ . القحفى العجزى
Lateral gray horn	٧ . القرن السنجابي الجانبي
Posterior gray horn	٩ . القرن السنجابي الخلفي
Iris	١٠ . القرنية
Sarcomer	١١ . قسم عضلي
Cerebral cortex	١٢ . قشرة المخ
Bronchus	١٣ . قصبة (ج : قصبات)
Bronchiol	١٤ . قصبة (ج : قصبات)
Segmental bronchi	١٥ . القصبات القطعية
Respiratory bronchioles	١٦ . القصبات التنفسية
Terminal bronchioles	١٧ . القصبات النهائية
Lumber	١٨ . قطني
Lipid droplets	١٩ . قطرات شحمية
Basophil	٢٠ . القعدة
Leukopenia	٢١ . قلة البيض
Heart	٢٢ . القلب
Regurgitation	٢٣ . القلس
Alkalinity	٢٤ . القلوية
Central canal	٢٥ . القناة المركزية
Collecting ducts	٢٦ . قنوات الجمع
Alveolar ducts	٢٧ . القنوات السنخية
Reflex arch	٢٨ . قوس المنعكس

Vomiting	٢٩ . القيء
Measurment	٣٠ . قياس
Pus	٣١ . قيح

- ك -

Catecholamine	١ . كاتيكولامين
Carbacol	٢ . كاربكول
Potential	٣ . كامن ، الكامن
Inhibitory postsynaptic potential	٤ . الكامن بعد المشبك المثبط
Excitatory postsynaptic potential	٥ . الكامن بعد المشبك المستثار
End plate potential	٦ . كامن الصفيحة الانتهاية
Membrane potential	٧ . كامن الغشاء
Resting membrane potential	٩ . كامن الغشاء اثناء الراحة
Electrical potential	٩ . كامن كهربائي
Liver	١٠ . كبد
Curariform	١١ . كيورار يفورم
Glomerulus	١٢ . كيبية (ج : كبيبات)
Specific gravity	١٣ . الكثافة النوعية
Polycythemia	١٤ . كثرة الحمر
Emotional stress	١٥ . كرب انفعالي
Carboaminohemoglobinn	١٦ . كربامينوهيموغلوبين
Carbonic anhydrase	١٧ . الكربونية الايندراز
Chromatin	١٨ . كروماتين
Red blood cell (RBC)	١٩ . كرية الدم الحمراء
White blood cells (WBC)	٢٠ . كريات الدم البيضاء
Agranulocytes	٢١ . كريات غير محبة
Ganulocytes	٢٢ . الكريات المحبة
Creatina phosphokinase	٢٣ . كريتين فسفوكايناز

All or non	٢٤ . الكل او المدم
Calcitonin	٢٥ . كلسيتونين
Calcium	٢٦ . كلسيوم
Chloride	٢٧ . كلوريد
Kidney	٢٨ . الكلية
Cholinesterase	٢٩ . كولنستيماز
Nephron	٣٠ . كليون
Electrolyte	٣١ . كهول (ج : كهارل)
Quanine	٣٢ . كوانين

- ل -

Agraphia	١ . اللاكتابية
Arrhythmia	٢ . لانظمية - اضطراب النظم
Lipofuscin	٣ . اللايپوفوسين
Medulla	٤ . اللب
Putamen	٥ . اللحاء
Pitch	٦ . اللحن
Viscosity	٧ . لزوجة
Crude touch	٨ . اللمس الخام
Light touch	٩ . اللمس الخفيف
Lymph	١٠ . اللف
Tonsil	١١ . لوزة (ج : لوز)
Fiber	١٢ . ليف (ج : الياف)
Fibrin	١٣ . ليفين (فيرين)
Fibrills	١٤ . اللييفات
Neurofibrills	١٥ . اللييفات العصبية
Myofibrills	١٦ . اللييفات العضلية

Popliteal	١ . مابضي
White matter	٢ . المادة البيضاء
Lipoprotein	٣ . مادة دهنية بروتينية
Gray matter	٤ . المادة السنجابية
Substantia nigra	٥ . المادة السوداء
Principle	٦ . مبدأ
Diuresis	٧ . المييلات
Osmotic diuresis	٨ . المييلات التناضحية
Antisotrophic	٩ . متباينة الخواص
Isotrophic	١٠ . متشابهة الخواص
Multipennate	١١ . متمدد الريشة
Polysaccharide	١٢ . متمدد السكريد
Mitochondrion	١٤ . متقدرة
Mitochondria	١٥ . متقدرات
Recipient	١٦ . متلقي
Identical	١٧ . متماثل
Parallel	١٨ . متوازي
Bladder	١٩ . مثانة
Triade	٢٠ . مثلث
Prime mover	٢١ . المحرك الرئيسي
Capsule	٢٢ . محفظة
Bormman capsule	٢٣ . محفظة بومان
Internal capsule	٢٤ . المحفظة الداخلية
Hypertonic solution	٢٥ . محلول مفرط التوتر
Hyotonic solution	٢٦ . محلول ناقص التوتر
Axon	٢٧ . محوار
Cerebrum	٢٨ . مخ
Conus medullaris	٢٩ . المخروط النخاعي

Kymograph	٢٠ . عخطط التوج
Electroencephalogram (EEG)	٣١ . عخطط كهربائية الدماغ
Electrocardiogram (ECG)	٣٢ . عخطط كهربائية القلب
Cerebellum	٣٣ . مخيخ
Therapy	٣٤ . مداواة
Utilization time	٣٥ . مدة الاستغاذ
Diabetes mellitus	٣٦ . مرض السكري
Pathological	٣٧ . مرفقي
Apneustic center	٣٨ . مركز أبنيوستك (مركز محفز التنفس)
Feeding center	٣٩ . مركز الاطعام
Satiety center	٤٠ . مركز الشبع
Thirst center	٤١ . مركز العطش
Pneumotaxic center	٤٢ . مركز مثبط التنفس (مركز النيوتاكس)
Cardioinhibitory center	٤٣ . مركز مثبط القلب
Cardioacceleratory center	٤٤ . مركز مسرع القلب
Hemostasis	٤٥ . مرقق (ج : مرققات)
Centriole	٤٦ . المريكز
Electrode	٤٧ . المسرى
Indifferent electrode	٤٨ . مسرى سادر
Exploring electrode	٤٩ . المسرى المستقصي
Active electrode	٥٠ . المسرى الفعال
Admixture	٥١ . مزج
Chronic	٥٢ . مزمن
Aqueduct	٥٣ . مسال
Cerebral aqueduct	٥٤ . المسال المخي
Sensory pathways	٥٥ . المسالك الحسية
Cerebral sensory tracts	٥٦ . المسالك الحسية المخيخية
Extrapyramidal tracts	٥٧ . المسالك خارج الهرمي
Association tracts	٥٨ . المسالك الرابطة
Ascending tracts	٥٩ . المسالك الصاعدة

Spinal tracts	٦٠ . المسالك النخاعية
Pyramidal tracts	٦١ . المسالك الهرمية
Agglutininogen	٦٢ . مستقرص (ج : مستقرصات)
Antigen	٦٣ . مستضد
Effector	٦٤ . مستفعله
Visceral effector	٦٥ . المستفعله الحشوية
Proprioception	٦٦ . مستقبل حسي عميق
Receptor	٦٧ . مستقبله (ج : مستقبلات)
Compression receptors	٦٨ . مستقبلات الانضغاط
Irritation receptors	٦٩ . مستقبلات التهيج
Thermoreceptors	٧٠ . المستقبلات الحرارية
Visceroreceptors	٧١ . المستقبلات الحشوية
Extroceptors	٧٢ . المستقبلات الخارجية
Entroceptors	٧٣ . المستقبلات الداخلية
Baroreceptors	٧٤ . مستقبلات الضغط
Proprioceptors	٧٥ . المستقبلات العميقة
Chemoreceptors	٧٦ . المستقبلات الكيمائية
Stretch receptors	٧٧ . مستقبلات المط
Metabolites	٧٨ . المستقبلات
Firing level	٧٩ . مستوى الانفجار
Rheobase level	٨٠ . مستوى قرارة التيار
Rubrospinal tract	٨١ . المسلك الحراوي النخاعي
Vestibulospial tract	٨٢ . المسلك الدهليزي النخاعي
Olivocerebellar tract	٨٣ . المسلك الزيتوني المخيخي
Tectospinal tract	٨٤ . المسلك السقي النخاعي
Posterior column pathway	٨٥ . المسلك العمودي الظهري
Corticobulbar tract	٨٦ . المسلك القشري البصري
Anterior spinocerebellar tract	٨٧ . المسلك المخي النخاعي الامامي
Lateral corticospinal tract	٨٨ . المسلك المخي النخاعي الجانبي

Descernding tract	٨٩ . المسلك النازل
Posterior spinocerebellar tract	٩٠ . المسلك النخاعي الخيفي الخلفي
Spinothalamic tract	٩١ . المسلك النخاعي المهادي
Anterior spinothalamic tract	٩٢ . المسلك المهادي النخاعي الامامي
Pore	٩٣ . مسام (ج : مسام)
Dendro – dendritic synapse	٩٤ . مشبك تفصن تفصني
Somatosomatic synapse	٩٥ . مشبك جسد جسدي
Axo – dendritic synapse	٩٦ . مشبك عوار تفصني
Axo – somatic synapse	٩٧ . مشبك عوار جسدي
Axo – axonic synapse	٩٨ . مشبك عوار عواري
Electrical synapses	٩٩ . المشابك الكهربائية
Chemical synapses	١٠٠ . المشابك الكيميائية
Sphincter	١٠١ . مصره (ج : مصرات)
External sphincter	١٠٢ . المصره الخارجية
Internal sphincter	١٠٣ . المصره الداخلية
Serum	١٠٤ . مصل
Neuropilasm	١٠٥ . مصورة المصبون
Antihypertensive	١٠٦ . مضاد فرط ضغط الدم
Antagonist	١٠٧ . مضادة الشادة
Pump	١٠٨ . مضخة
Pancreas	١٠٩ . البنكرياس
Mean corpuscular volume	١١٠ . معدل حجم الكرية الحمراء
Mean corpuscular hemoglobin	١١١ . معدل هيموغلوبين الكرية الحمراء
Collagen	١١٢ . مفراء كلاجين
Insertion	١١٣ . مفرس
Peripheral resistance	١١٤ . المقاومة المحيطية
Peripheral resistance	١١٥ . المقاومة المحيطية
Micrometer	١١٦ . ميكرومتر
Leukopoietin	١١٧ . مكون البيض
Autoimmunity	١١٨ . المناعة الذاتية

Stimulus	١١٩ . منه (ح : منبهات)
Maximal stimulus	١٢٠ . المنبه الأعظم
Subthreshold stimulus	١٢١ . المنبه تحت العتبي
Threshold stimulus	١٢٢ . المنبه العتبي
Suprathreshold stimulus	١٢٣ . المنبه فوق العتبي
Rhythmicity	١٢٤ . منتظم
Falx cerebri	١٢٥ . منجل المخ
Dissociation curve	١٢٦ . منحني التفارق
Strength duration curve	١٢٧ . منحني فترة الشدة
Reflex	١٢٨ . منعكس (ج : منعكسات)
Aortic reflex	١٢٩ . المنعكس الأهرى
Plantar reflex	١٣٠ . المنعكس الأخصي
Atrial reflex	١٣١ . المنعكس الأذيني
Abdominal reflex	١٣٢ . المنعكس البطني
Bainbridge reflex	١٣٣ . منعكس بينبرج
Flexor reflex	١٣٤ . منعكس الثني
Somatic reflex	١٣٥ . المنعكس الجسدي
Patellar reflex	١٣٦ . منعكس الرضفة
Achilles reflex	١٣٧ . منعكس العرقوب
Withdrawal reflex	١٣٨ . منعكس السحب
Polysynaptic reflex	١٣٩ . منعكس متعدد المشابك
Jerk reflex	١٤٠ . منعكس النفضة
Monosynaptic reflex	١٤١ . منعكس وحيد المشبك
Postural reflex	١٤٢ . المنعكس الوضعي
Visceral reflex	١٤٣ . المنعكسات الحشوية
Passive	١٤٤ . منفعل
Autoimmunity	١٤٥ . منيع للذات
Thalamus	١٤٦ . المهاد
Synergist	١٤٧ . مؤازر
Vital substances	١٤٨ . المواد الحياتية

Alpha waves	١٤٩ . موجات ألفا
Theta waves	١٥٠ . موجات ثيتا
Delta waves	١٥١ . موجات دلتا
Myoneural junction	١٥٢ . للموصل العصبي العضلي
Neuromuscular junction	١٥٣ . للموصل العصبي العضلي
Angiotensinogen	١٥٤ . مولد الأنجيوتنسين
Myosin	١٥٥ . ميوزين
Myoglobin	١٥٦ . ميوغلوبين

- ن -

Region	١ . ناحية (ج : نواحي)
Pacemaker	٢ . ناظم (ج : ناظمت)
Thermostat	٣ . ناظم الحرارة
Cardiac pacemaker	٤ . ناظم القلب
Hemophilia	٥ . الناعور
Chemical transmitters	٦ . الناقلات الكيميائية
Pulse	٧ . النبض
Arterial pulse	٨ . النبض الشرياني
Tubule	٩ . نبيب (ج : نبيبات)
Transverse tubules	١٠ . النبيبات المستعرضة
Distal convoluted tubules	١١ . النبيبات المتلوية البعيدة
Cardiac output	١٢ . التنتاج القلبي
Epicardium	١٣ . النخاب
Myelin	١٤ . نخاعي
Scar	١٥ . ندبة
Hemorrhage	١٦ . نزف
Connective tissue	١٧ . نسيج ضام
Behavioural activities	١٨ . النشاطات السلوكية
Cerebral hemisphere	١٩ . نصف كرة المخ

Normal	٢٠ . نظامي
Local current theory	٢١ . نظرية الدارة الموضعية
Rhythm	٢٢ . نظم
Emphysema	٢٣ . النفاخ الرئوي
Murmer	٢٤ . نفحة (ج : نفحات)
Cardiac murmer	٢٥ . نفحة القلب
Knee jerk	٢٦ . نفضة الركبة
Muscle twitch	٢٧ . النفضة العضلية
Vertebral canal	٢٨ . النفق الفقري
Tapping	٢٩ . تقرات
Hypoxia	٣٠ . نقص التأكسج
Source point	٣١ . نقطة مصدر
Blood transfusion	٣٣ . نقل الدم
Active transport	٣٤ . النقل الفعال
Bone marrow	٣٥ . نقي العظم
Hilus	٣٦ . نقي
Type	٣٧ . غط (ح : غاطط)
Termination	٣٨ . نهاية ، انتهاء
Late diastole	٣٩ . نهاية الانبساط
Megakaryocyte	٤٠ . النواء
Nucleus	٤١ . النواة
Cuneatus nucleus	٤٢ . النواة الاسفينية
Geniculate nucleus	٤٣ . النواة التركيبية
Red nucleus	٤٤ . النواة الحمراء
Vestibular nucleus	٤٥ . النواة الدهليزية
Subthalemic nucleus	٤٦ . النواة دون المهاد
Caudate nucleus	٤٧ . النواة الذنبية
Clastrum nucleus	٤٨ . النواة العائقة
Lentiform nucleus	٤٩ . النواة العدسية
Amygdaloid nucleus	٥٠ . النواة اللوزية

Dentate nucleus	٥١ . النواة المسننة
Graciles nucleus	٥٢ . النواة الناحلة
Norepinephrine	٥٣ . نور إبينفرين
Nucleotides	٥٤ . النوويدات
Nucleolus	٥٥ . النوية (ج : نويات)
Neostigmine	٥٦ . نيوستيكن

- ه -

Pyramid	١ . هرم
Parathyroid hormone	٢ . هرمون جنب الدرقية
Antidiuretic hormone	٣ . هرمون مضاد الإبالة
Histamine	٤ . هستامين
Histon	٥ . هستون
Plateau	٦ . هضبة
Heparin	٧ . هيبارين
Heme	٨ . هم
Hematoxylin	٩ . هيماتوكسليين
Hemoglobin	١٠ . هيموغلوبين (خصاب الدم)
Cytoplasm	١١ . الهيولى
Sarcoplasm	١٢ . هيولى الخلية العضلية

- و -

Afferent	١ . وارد
Tendon	٢ . وتر (ج أوتار)
Motor unit	٣ . الوحدة الحركية
Monocyte	٤ . وحيدة
Edema	٥ . وذمة
Oedema	٦ . الوذمة (الخزب)

Tumor	٧ . ورققات
Vein	٨ . ورم
Vena cava	٩ . وريد
Connector	١٠ . الوريد الاجوف
Posture	١١ . وصل (وصلات)
Hypothalamus	١٢ . وضع
Emotional functions	١٣ . الوطاء
Vessel	١٤ . الوظائف الانفعالية
Myasthenia gravis	١٥ . وعاء
	١٦ . الوهن العضلي الوبيل

المصادر باللغة العربية

- ١ - تشريح وفسلجة الحيوانات الزراعية (جزآن) - تأليف ار . دى . فراندس - ترجمة الدكتور اسماعيل عجام - ١٩٨١ .
- ٢ - الخلية : تأليف الدكتور محمود حياوى .
- ٣ - علم الانسجة لطلبة الطب البشرى : تأليف : ايفلين هيوار - ترجمة الدكتور عبد الفتاح طيرة - ١٩٧٨
- ٤ - علم الانسجة (جزآن) - الدكتوروة ماجدة عبد الرضا نوري - ١٩٨٢ .
- ٥ - علم القلب : تأليف د . غ - جولييان - ترجمة الدكتور عبد الاله احمد الحوادي - ١٩٨٤ .
- ٦ - فسلجة الجهاز العصبي (جزآن) - تأليف الدكتور صادق الهلاي - ١٩٧٢ .
- ٧ - قاموس حتي الطبي - تأليف الدكتور يوسف حتي - مكتبة لبنان - بيروت
- ٨ - الكيمياء الفسلجية : تأليف هارولد هاربر - ترجمة اعضاء هيئة تدريس * ١٩٩٠ الطب تحرير الاستاذ الدكتور كنعان محمد جليل - ١٩٨٦ .
- ٩ - مبادئ علم التشريح - تأليف الدكتور عبد الرحمن محمود الرحم والدكتور هاني طه العزاوي .
- ١٠ - مبادئ الفسلجة السريرية - تأليف جي - اج - كرين - ترجمة الدكتور ظفر ابراهيم الياسين - ١٩٨٠ .
- ١١ - المعجم الطبي الموحد - ١٩٨٢ - الطبعة الثالثة .
- ١٢ - معجم المصطلحات العلمية والفنية والمهندسية - احمد شفيق الخطيب - الطبعة السادسة - ١٩٨٤ .
- ١٣ - المورد قاموس عربي انكليزي - تأليف منير بعلبكي - نشر دار العلم للملايين .
- ١٤ - وظائف القلب - د . محمد جواد النعمي - المترجم ١٩٨٧ - العدد الاول - (٣١ - ٣٣) .

REERENCES

1- A"SH.ALKHAT

A new Dictionary of scientific and technical terms.

2- Anderson

Clinical Anatomy and physiology for Allied Health science.

3- B.L. Andrew

Experimental physiology

Eighth edition.

4- Berne and Leavy

Physiology.

5- Best and Taylor

The physiological basis of medical practice.

6- Birke, Norberg and plantin

Physiology and pathophysiology of plasma protein metabolism.

7- Bowsher

Introduction to the anatomy and physiology of the nervous system third edition.

8- Breazile

Textbook of veterimary physiology.

9- B.H. Brown and R.H. Smallwood.

Medical physics and phsiological measurments - (1981) -
Blackwell scientific publications.

10- Chaffc

Basic physiology and anatomy laboratory mannual
Third edition revised.

11- Coaffe

Basic physiology and anatomy laboratory mannual
Third edition revised.

- 11 – Cotes
Lung Function
Assessment and application in medicine four edition.
- 12 – Davis, Holtz, Davis
Conceptual Human Physiology.
- 13 – Dienhort
Basic human anatomy and physiology.
- 14 – Francons and Jacod
Elements of anatomy and physiology.
- 15 – Ganonge
Review of medical physiology 10th edition.
- 16 – Gibson
A Guide to the Nervous System.
- 17 – Gibson
Human biology
Elementary anatomy and physiology for students and nurses.
- 18 – Gibson
Modern physiology and anatomy for nurses.
- 19 – Grant
Grant's atlas of anatomy.
- 20 – Green
An introduction to human physiology.
- 21 – Green
Basic clinical physiology.
- 22 – Green span, Gippings
Physiology review.
- 23 – Grollnar
The human body
its structure and physiology.

- 24 – Guyton
Text book of medical physiology 1986.
- 25 – Harper
Review of physiological chemistry.
- 26 – Harns
Clinical respiratory physiology.
- 27 – Hillis
Gas transfer in the lung.
- 28 – Horrobin
Essential physiology
- 29 – Jacob, Francone, Lassow
Structure and Function in human
- 30 – Jacobe, Francone
Elements of anatomy and physiology.
- 31 – King and showers.
Human anatomy and physiology.
- 32 – Leading ham
Jamison and kay's
Text book of surgical physiology
- 33 – Lippold and winton
Human physiology
- 34 – Maclean
The differentiation of cells.
- 35 – McLintic
Physiology of the Human body.
- 36 – McNaught and Callander illustrated physiology.
- 37 – F. Melechers K. Rajewsky
the Immune system.
- 38 – Moran and campbell
Clinical physiology.

- 39 – Noble
The Initiaation of the heart beat.
- 40 – Ogston, Bennett
Haemostasis, Biochemistry, Physiology and pathology.
- 41 – Roddie, Wallace
Multiple choice question in human physiology with
answers and comments.
- 42 – Samson wrigh's
Applied physiology.
- 43 – Schoffeniels, G–Franck
D–B. Towers – L – Hertz
Dynamic properties of glia cell
- 44 – Selkurt
physiology – Fifth edition.
- 45 – Stand
Modern physiology the chemical and structural basis
of function.
- 46 – Talaat
Experimental physiology.
- 47 – Taverner
Physiology for nurses.
- 48 – Taylor
Basic physiology and anatomy.
- 49 – Tortora and Anagnostakos
Principles of anatomy and physiology.
- 50 – Tortora – Anagnostakos – Tallitsch laboratory exercise
in anatomy and physiology.
- 51 – Tuttle and Schottelius
Winton and Bayliss
Text book of physiology.

52 – Warwick

Elementary anatomy and physiology.

53 – Wesson, G. M. Fanelli, Jr.

Recent Advances in renal physiology and pharmacology.

54 – West

respiratory physiology the essentials.

55 – West and Taylor's

Physiological basis of medical Practice.

56 – Williams, Beutler, Erslev, Rundles

Hematology.

محتويات الكتاب

الصفحة	الموضوع
٣	الاهداء
٧	المقدمة
٩	الفصل الأول : الخلية
١١	المقدمة
١١	شكل وحجم الخلية
١١	وظائف الخلية
١٢	مكونات الخلية
١٣	اتقسام الخلية
١٩	آلية النقل خلال غشاء الخلية
٢٤	الانتشار
٢٥	التناضح
٢٨	النقل الفعال
٢٩ /	الالتقام الخلوى
٣١	الترشيح
٣٢	الفصل الثاني : الجهاز العصبي
٣٣	المقدمة
٣٥	التركيب النسيجي للجهاز العصبي
٣٧	كامن النشاء
٤٦	الفعل الكامن
٤٨	منحنى فترة الشدة
٥٣	قانون الكل أو العدم
٥٥	توصيل الفعل الكامن
٥٥	سرعة توصيل الدفعات في الالياف العصبية
٥٥	المشابك
٥٩	الجهاز العصبي المركزي
٦٠	حفظ الجهاز العصبي المركزي
٦٥	

الصفحة	الموضوع
٦٧	الدماغ
٧٨	امواج الدماغ
٧٩	الجهاز الحوفي
٨٠	النخاع الشوكي
٨٨	الجهاز العصبي المحيطي
٨٨	الاعصاب القحفية
٩٣	الاعصاب النخاعية
٩٧	الاعصاب المستقلة (الجهاز العصبي للمستقل)
١٠٤	التركيب الوظيفي العام للجهاز العصبي
١١٣	الفصل الثالث: الجهاز العضلي
١١٣	المقدمة
١١٥	العضلات الهيكلية
١١٧	التشريح الفزيولوجي
١٢٠	الوحدة الحركية والموصل العصبي العضلي
١٢٦	آلية التقصص العضلي
١٣١	النفضة العضلية
١٣٧	تعب العضلة
١٤٦	الصقل
١٤٦	الضجور العضلي
١٤٧	الضخامة العضلية
١٤٨	الشلل العائلي الدوري
١٤٨	الوهن العضلي الوبيل
١٤٨	الحثل العضلي
١٤٩	العضلات اللساء
١٥٢	العضلات اللساء متمدة الوحدات
١٥٢	العضلات الحشوية
١٥٧	الفصل الرابع: الدم
١٥٩	المقدمة

الصفحة	الموضوع
١٦٠	الخلايا والاقراص الدموية
١٦٢	الكريات الحمر
١٦٩	كريات الدم البيضاء
١٧٥	الصفائح
١٧٦	آلية تجلط الدم (تخثر الدم)
١٧٧	زمر الدم
١٨١	عملية نقل الدم
١٨٣	الالتهاب
١٨٨	الفصل الخامس : الجهاز القلبي الوعائي
١٩٠	المقدمة
١٩٠	القلب
١٩٠	مكونات القلب
١٩١	التركيب الدقيق لالياف القلب
١٩٣	مضخة القلب
١٩٦	تكوين الدفعة القلبية
١٩٧	فعل كامن العضلة القلبية
١٩٧	محط كهربائية القلب
١٩٧	الدورة القلبية
١٩٩	النتاج القلبي
٢٠٣	اصوات القلب
٢٠٥	تنظيم اداء
٢٠٧	الوعية الدموية
٢٠٩	النبض الشرياني
٢١٤	دينيات الدم
٢١٦	ضغط الدم
٢١٨	قياس ضغط الدم
٢٢١	العوامل التي تؤثر على ضغط الدم
٢٢٣	العوامل التي تساعد في ادامة الدورة الدموية
٢٢٥	الدوران خلال نواحي خاصة

٢٢٩	الدوران الاكليلي
٢٣٠	الدوران في العضلات الهيكلية
٢٣١	الدوران الجلدي
٢٣٢	الجهاز اللففي
٢٣٧	الفصل السادس : الجهاز التنفسي
٢٣٩	المقدمة
٢٤٠	التشريح الفزيولوجي للجهاز التنفسي ي
٢٤٧	آلية التنفس
٢٤٩	الحجوم والسمات الرئوية
٢٥٢	التهوية الرئوية
٢٥٣	تهوية الاسناخ
٢٥٤	تبادل الغازات
٢٥٧	انماط التنفس
٢٥٧	نقل الاكسجين
٢٥٧	نقل ثاني اكسيد الكوبون
٢٥٧	حاصل التنفس للتفاعلات الكيميائية في الانسجة
٢٦١	آلية تنظيم التنفس
٢٦٢	نقص التأكسج
٢٦٣	الزراق
٢٦٨	فرط الكريمة
٢٧٠	المداواة بالاكسجين
٢٧٠	الفصل السابع : الجهاز البولي والسائل الجسمي
٢٧٠	الجهاز البولي
٢٧١	المقدمة
٢٧٣	الكليتان
٢٧٥	التشريح الفزيولوجي للكلية
٢٧٥	التجهيز الدموي والعصي للكلية

٢٨١	وظيفة الكليون
٢٨٤	الحالبان
٢٨٤	الثانه
٢٨٥	الاحليل
٢٨٧	المبيلات
٢٨٧	السائل الجسمي
٢٨٧	المقدمة
٢٨٩	تنظيم حجم السائل الجسمي
٢٩١	مكونات السائل الجسمي
٢٩٣	حركة السائل الجسمي عبر الشعيرات
٢٩٥	الوذمه
٢٣٥	معجم المصطلحات (انكليزي - عربي)
٢٧٥	معجم المصطلحات (عربي - انكليزي)
٢٨٢	المصادر (العربية - الانكليزية)
	المحتويات

مطبعة دار المسجلة
بغداد

رقم الايداع في دار الكتب والوثائق ببغداد ١٤٢ لسنة ١٩٩١

